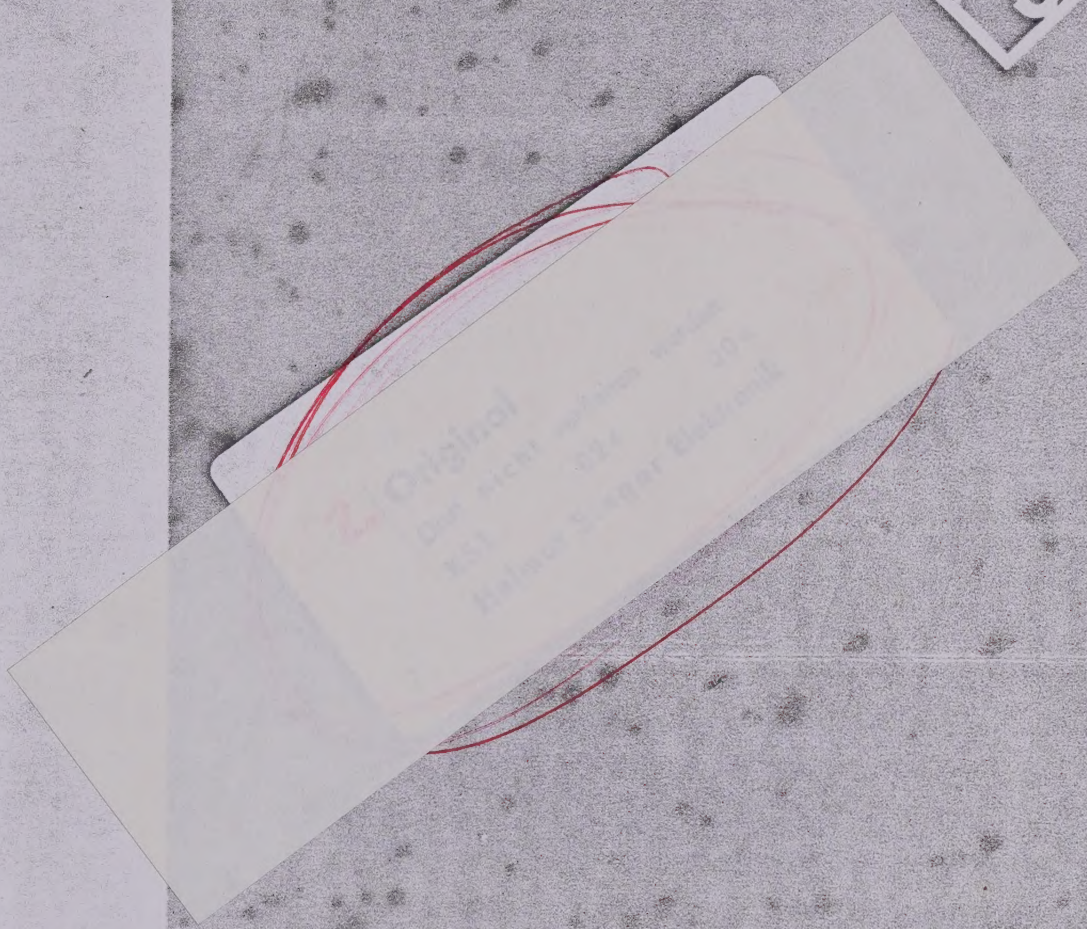
92



ROHDE & SCHWARZ

UHF-LEISTUNGS-MESS-SENDER

UHF POWER SIGNAL GENERATOR

Type SLRD ISSUE 2.

HREIBUNG

UCT BOOK

INSTRUCTION BOOK

UHF POWER SIGNAL GENERATOR

275 to 2750 MHz

Type SLRD

BN 41004/50 BN 41004/60

COOKE INTERNATIONAL SERVICES
TEST & MEASUREMENT INSTRUMENTS
Unit 4, Fordingbridge Site, Main Road
Barnham, Bognor Regis, West Sussex PO22 0EB
Telephone: (0243) 545111/2 Fax: (0243) 542457

Note: Always quote the Type and Order Number (BN) in addition to the Serial Number (FNr.) of the set when asking for technical information and, in particular, when ordering replacements.

Edition 41004 A/966 d/e
Printed in Western Germany

Table of Contents

1.	**Specifications**	33
2.	**Uses**	35
3.	**Preparation for Use**	36
3.1	Adjusting to the Available AC Supply Voltage	36
3.2	Adapting the Output to other Connector Systems	36
3.3	Mechanical Zeros of the Meters	37
3.4	Switching on	37
3.5	Correcting the Electrical Zero	37
4.	**Operating Instructions**	37
4.1	Connecting the Load	37
4.2	Frequency Setting	38
4.3	Back-heating Balance	39
4.4	Overload Protection (RESET)	40
4.5	Adjusting and Measuring the Output Power	40
4.5.1	Power between about 0.01 and 0.5 W	40
4.5.2	Power above 0.5 W	40
4.5.3	Power below about 0.01 W	42
4.5.4	Influence of Harmonics on the Power Indication	44
4.6	Modulation	44
5.	**Description**	44
5.1	General	44
5.2	UHF Oscillator and Output Attenuator	45
5.3	Panel Power Meter	46
5.4	Overload Protection	47
5.5	Modulation Circuit	48
5.6	Power Supply	48
5.6.1	Anode Supply Voltage for Rö1	48
5.6.2	Grid Voltage for Rö1	49
5.6.3	Heater Voltage for Rö1, Rö2 and Rö19	49
5.6.4	Back-heating Balance	50
6.	**Replacement of Valves and Fuses**	51
7.	**Maintenance**	53
8.	**Table of Replaceable Parts**	54
Front Panel		61
Circuit Diagram		63

1. Specifications

Frequency range	275 to 2750 MHz
in two overlapping bands	275 to 1000 MHz and 850 to 2750 MHz
Frequency calibration accuracy	±2%
Scale discrimination	1 part in 10^4
Frequency drift within 15 minutes after 2 hours of operating	less than 5 parts in 10^5
Output	R&S connector Dezifix B, adaptable to other connector systems, see page 36
Characteristic impedance	
model BN 41004/50	50 Ω
model BN 41004/60	60 Ω
Maximum output power	
from 275 to 500 MHz	greater than 8 W
500 to 1700 MHz	greater than 20 W
1700 to 2400 MHz	greater than 5 W
2400 to 2750 MHz	greater than 1 W

Maximum output power as a function of frequency see Fig. 2, page 41

Output attenuator	continuously adjustable from 10^{-10} W to maximum power
Power indication	by output voltmeter calibrated in watts for matched load, with the ranges 0.05 W, 0.5 W, 5 W and 50 W below 2 mW indirect on attenuator scale with relative calibration from 0 to – 80 dB
Accuracy of meter indication	±12%
Attenuator accuracy	±5% ±0.5 dB
Frequency response of output power, referred to the meter indication	
275 to 1500 MHz	±15%
1500 to 2400 MHz	+15% to –35%
2400 to 2750 MHz	–15% to –50%
Source impedance	not defined

Modulation	internal, can be switched off
Type of modulation	AM
Modulation envelope	square wave
Modulation frequency	1000 Hz
Modulation depth	100%
Hum modulation	less than 0.3%
Power supply	115/125/220/235 V – 15 to +10% 47 to 63 Hz (350 VA)
Valves, etc.	1 valve EA 50 1 valve ECC 81 2 valves EF 80 2 valves EL 34 1 valve EL 84 1 valve EL 86 1 valve PL 21 3 valves PL 81 1 valve 2 C 39 BA 1 reference tube 85 A 2 1 reference tube 90 C 1 1 reference tube 150 B 2 1 reference tube 150 C 2 1 valve R&S Stock No. 41004 – 2.20 or R&S Stock No. 1080 – 3.20 1 2.5-A fuse M 2,5 D DIN 41571 (for 220 and 235 V) 1 6-A fuse M 6 D DIN 41571 (for 115 and 125 V) 2 0.08-A fuses M 0,08 C DIN 41571 1 fuse R&S Stock No. 41004 – 3.36 5 spare fuses R&S Stock No. 41004 – 3.36 1 miniature glow lamp R&S Stock No. RL 210 1 miniature lamp R&S Stock No. RL 42401 1 lamp R&S Stock No. RL 93015
Dimensions (with cover)	540 x 488 x 370 mm
Weight	approx. 60 kg

2. Uses

The UHF Power Signal Generator Type SLRD is an extremely versatile instrument due to its wide frequency range (1 : 10), very good scale discrimination (1 part in 10^4), good frequency and output-voltage stability, and relatively high output power which is continuously adjustable down to a very low value.

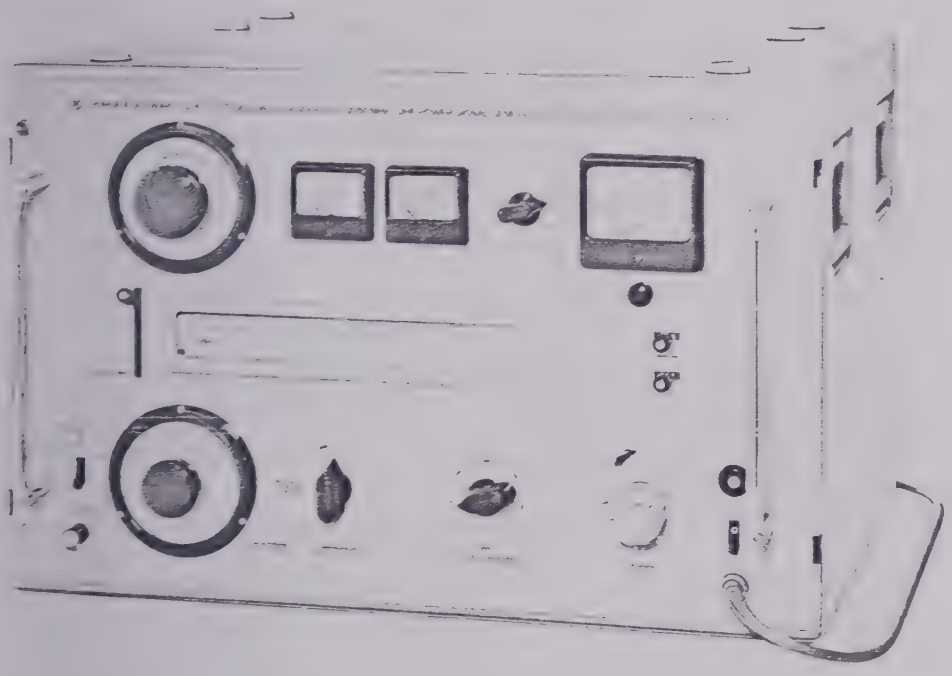


Fig. 1 UHF Power Signal Generator Type SLRD BN 41004'..

The wide power range (about 1 : 10^{12}) of the Type SLRD permits measurements to be made for which up to now generally two signal generators have been necessary. In addition, the possibility of modulating the carrier with 100% square wave AM and negligible incidental FM is of decisive importance for many measurements, e. g., if the Type SLRD is used to feed a slotted line.

The UHF Power Signal Generator Type SLRD is suitable, e. g., for feeding our Z–g Diagraph Type ZDD, for feeding antennas, the radiation pattern of which is to be determined, or for testing filters offering high attenuation.

3. Preparation for Use

3.1 Adjusting to the Available AC Supply Voltage

The Type SLRD is factory-adjusted for a supply voltage of 220 V. In order to adjust it for 115, 125 or 235 V, disconnect from the AC supply, remove the four cheese-head screws at the left and right edges of the front panel and withdraw the chassis from the cabinet. Insert a suitable fuse into the pair of clips marked on the tapping panel at the power transformer to correspond with the local AC supply. A 2.5-A fuse is used for 235 V and for 220 V. For 115 or 125 V insert a 6-A fuse.

Note: The instrument produces high tension; therefore, do not operate the chassis outside the cabinet. Should this be necessary, for example, in repairing, be sure to observe the general rules for high-tension protection.

AC Supply Voltage Fluctuations: AC supply fluctuations up to +10 % and −15 % of the rating (115, 125, 220 and 235 V) will not affect the performance of the set. However, to extend the life of those valves whose heater voltages are not stabilized, it is recommended that over- or undervoltages of long duration be avoided. In particular when operating from an AC supply with undervoltage, it is advisable to check the average value of the supply voltage and to connect a suitable regulating transformer or automatic voltage regulator ahead of the signal generator.

3.2 Adapting the Output to other Connector Systems

Unless otherwise specified in the order, the output of the Type SLRD is fitted with an R&S connector Dezifix B which can be unscrewed and replaced by another connector type. The following plugs and sockets are available for adaptation:

Connector desired for output of Type SLRD		Order Number of screw-in assembly	
50-Ω UHF socket	(e. g. Amphenol)	FHD	10900 50
50-Ω UHF plug	(e. g. Amphenol)	FHS	10900 50
50-Ω N socket	(e. g. Amphenol)	FHD	20900 50
50-Ω N plug	(e. g. Amphenol)	FHS	20900 50
50-Ω C socket	(e. g. Amphenol)	FHD	30900 50
50-Ω C plug	(e. g. Amphenol)	FHS	30900 50
50-Ω BNC socket	(e. g. Amphenol)	FHD	40900 50
50-Ω BNC plug	(e. g. Amphenol)	FHS	40900 50
50-Ω RF socket 4,1 9,5		FID	20900 50
50-Ω RF plug 4,1 9,5		FIS	20900 50
50-Ω RF socket 7 16		FID	40900 50
50-Ω RF plug 7 16		FIS	40900 50
60-Ω RF socket 3,5 9,5 DIN 47281		FID	20900 60
60-Ω RF plug 3,5 9,5 DIN 47281		FIS	20900 60
60-Ω RF socket 6 16 DIN 47282		FID	40900 60
60-Ω RF plug 6 16 DIN 47282		FIS	40900 60
50-Ω connector General Radio 874 B		FLA	20900 50
50-Ω connector Marconi H 4		FLB	20900 50

The adaptation is simple: Unscrew the outer conductor of the Dezifix connector with wrench FZM 10900 obtainable from R&S and remove the inner conductor with a 4-mm screwdriver. Now insert the inner and the outer conductor of the required screw-in assembly. These screw-in assemblies can also be used for other R&S equipment fitted with Dezifix B connectors (tabular base). It is recommended that the Dezifix connectors and screw-in assemblies be carefully handled and stored since even slight mechanical damage may affect the electrical properties.

3.3 Mechanical Zeros of the Meters

When the set is switched off the pointers of the three meters must indicate 0. A screwdriver adjustment recessed in each meter housing serves for correction.

3.4 Switching on (see front panel with component location numbers, page 61)

Prior to switching on, set the ANODE VOLTAGE switch **16** to "600 V" and the BACK HEATING BALANCE switch **15** to "0–1000/400 MHz". Put the toggle switch **10** up for on. The glow lamp **9** above the power switch lights indicating that the set is switched on and the power fuse is intact. A second lamp, contained in the RESET button **18** lights up at the same time. This indicates that the instrument is not yet ready for operation. In this condition, the valves are heated, but the anode-supply and grid voltages are not yet present. These operating voltages are applied automatically after a warm-up period of about 1 minute. Then the lamp **18** goes out. **Note:** The warm-up period should never be shortened by pressing the RESET button **18**.

3.5 Correcting the Electrical Zero

A few minutes after switching on, check the electrical zero of the meter **5**. For this purpose set the switch **4** to "0.5 W" and turn the output attenuator **1** back to at least – 40 dB, so that the meter indicates only the initial current of the meter diode. If the meter shows a deflection, turn the control **6** until the pointer is at the zero of the four scales. Check this adjustment from time to time.

4. Operating Instructions

4.1 Connecting the Load

Connect the Type SLRD to t he load using a coaxial cable, the characteristic impedance of which corresponds to the SLRD model, i. e., 50 Ω for model BN 41004 50, 60 Ω for BN 41004/60. Although the source impedance of the Type SLRD is not

defined, the coaxial line section leading from the meter diode to the output shows exactly the characteristic impedance which corresponds to the model. The respective value, 50 Ω or 60 Ω, is indicated beside the Dezifix connector.

If an exact power indication is desired, not only the connecting cable but also the input of the load should have a characteristic impedance of 50 Ω or 60 Ω. If a defined source impedance is necessary for a measurement, insert a suitable attenuator pad between the output of the Type SLRD and the connecting cable. This, however, can be done only if the full output power is not required. The following attenuator pads (UHF load resistors) are available:

Type	Order No.	Z	Attenuation	Power capacity	f ≦
RBD	33661/50 33661/60	50 Ω 60 Ω	10 dB	2 W	2400 MHz
	33663/50 33663 60	50 Ω 60 Ω	20 dB	20 W	

The screw-in assemblies used for adapting the output of the Type SLRD (see 3.2) to other connector makes can also be employed for modifying the outputs of the above attenuator pads.

4.2 Frequency Setting

Select the frequency range with the lever **20.** The proper pair of scales, **13** and **14,** appears then automatically in the window. The upper scale is associated with the anode circuit, the lower one with the cathode circuit of the UHF oscillator.

To adjust for a desired frequency within the selected range, tune the anode and cathode circuits to this frequency by pressing the toggle switches TUNING **7** and CATHODE TUNING **8** sideways. The direction in which the toggle switch is pressed, corresponds to the direction in which the associated cursor will move. When the cursor has reached the desired scale mark, release the switch. An eddy-current brake effects a rapid stop. The two switches are independent of one another; they can be operated simultaneously or successively.

It is best to tune the anode circuit (upper scale) before the cathode circuit (lower scale). The tuning of the cathode circuit is dependent on the power derived from the Signal Generator. The more power obtained, the more accurately the cathode circuit can be tuned to its resonant frequency. The cathode circuit must always be operated below its resonant frequency to ensure satisfactory functioning of the Signal Generator and power indication.

The calibration mark on the cathode circuit scale applies when maximum power is derived. If maximum power is not derived at this point, the grid current rises and the safety device may be actuated. The cathode circuit should, therefore, first be tuned to a lower frequency and then adjusted to higher frequencies corresponding to the power output, taking care not to exceed the calibration mark. It is always best to adjust for as high a grid current as possible.

In the range 275 to 1000 MHz, above about 900 MHz, the optimum tuning of the cathode circuit lies outside the scale and, therefore, cannot fully be reached. However, this is of no importance because at the highest frequencies of this range the power curve is very flat, i. e., there is very little difference between the obtainable power and the maximum power. Because of the overlapping ranges, these frequencies can also be obtained in the range 850 to 2750 MHz where the exact cathode tuning is guaranteed.

Adjusting the frequency of the Type SLRD to the resonant frequency of the load is not always possible with sufficient accuracy using the motor-driven tuning mechanism. Small frequency changes are best made using the crank-type knob **17.** This knob has a scale which is linearly graduated from 0 to 270. This scale, however, only serves to indicate a reference point which can be used to simplify retuning to the same frequency; it does not allow the frequency changes to be read.

4.3 Back-heating Balances

To ensure a long life of the UHF oscillator valve adjust its heater voltage to the frequency and anode supply voltage using the BACK HEATING BALANCE switch **15.**

As recommended in section 3.4, put switch **15** to "0–1000/400 MHz" prior to switching on the set; put the ANODE VOLTAGE switch **16** at "600 V". Switch to one of the other steps of **15** only after the frequency setting has been made and the oscillator has been operating for about 30 seconds. To ensure that switch **15** is correctly set corresponding to the selected anode voltage and frequency, the voltage and frequency values are marked in red and grey. The red frequency values belong to the anode voltage "1000 V". For example, with a frequency of 1200 MHz adjusted at **13** and the anode voltage "1000 V", put **15** to position "1500/1000–2000/1500"; for 600 V, set it to position "1000/400–1500/1000".

If for some reason or other the oscillations of the UHF oscillator cease or if the RESET button relay is tripped, remedy the cause of the release before depressing the button **18.**

4.4 Overload Protection (RESET)

This installation protects the UHF oscillator valve, the diode of the output power meter and the load. It switches the output voltage off

(a) if the output power exceeds the value of "0.5 W" or "50 W" selected with RESPONSE VALUE switch **19**;

(b) if the permissible limit $I_c \approx 125$ mA of the cathode current or the permissible limit $I_g \approx 50$ mA of the grid current is exceeded. For reasons of safety, the overload protection is so adjusted that cut-off occurs shortly before the permissible limits are attained.

Meter **2** indicates the grid current I_g, meter **3** the anode current I_a.

If the RESET button relay has been tripped — the lamp in button **18** then lights — the cause should be remedied and the relay reset as quickly as possible by pressing the button **18**; otherwise the valve of the UHF oscillator may cool down, causing a frequency drift for some time. Be sure that the attenuator **1** has been set for smaller power.

4.5 Adjusting and Measuring the Output Power

4.5.1 Power between about 0.01 and 0.5 W
(0.77 to 5.5 V across 60 Ω, 0.71 to 5 V across 50 Ω)

A power of this order is directly indicated by meter **5** in the two ranges 0.05 W and 0.5 W selectable with the switch **4**. Set RESPONSE VALUE switch **19** to "0.5 W" and ANODE VOLTAGE switch **16** to "600 V". The setting of BACK HEATING BALANCE switch **15** depends on the selected frequency. For 1800 MHz, for example, put it to "1500/1000–2000/1500". **1** serves to adjust for the desired output power. As mentioned in section 4.1, the meter gives a correct reading of the power only if the characteristic impedance of the connecting cable and that of the load are equal to the characteristic impedance of the output of the Type SLRD.

4.5.2 Power above 0.5 W
(5.5 to 45 V across 60 Ω, 5 to 30 V across 50 Ω)

Set the RESPONSE VALUE switch **19** to "50 W". The setting of the ANODE VOLTAGE switch **16** depends on the required output power, that of BACK HEATING BALANCE

switch **15** on the anode voltage and frequency. The maximum output power obtainable as a function of frequency is approximately shown by the following curve.

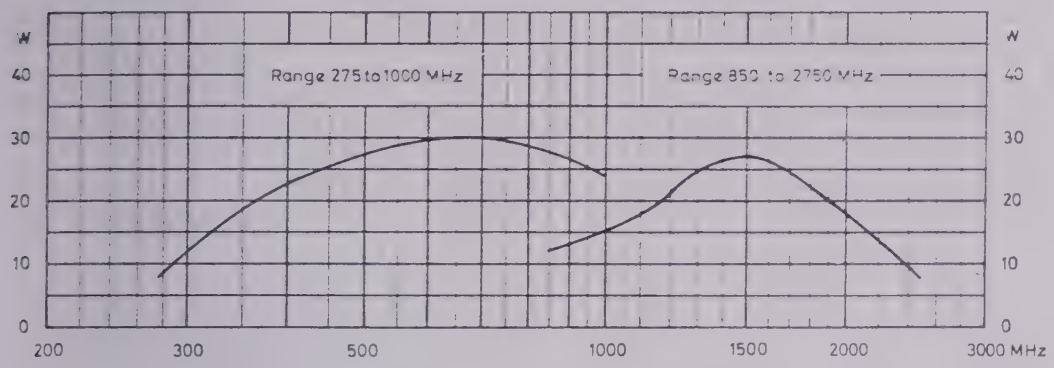


Fig. 2 Maximum output power obtainable as a function of frequency

To adjust for a high power, proceed in the following order

(a) Set output attenuator **1** to about 0 dB.

(b) Connect the load to **12.**

(c) Set ANODE VOLTAGE switch **16** first to "600 W".

(d) Set RESPONSE VALUE switch **19** to "50 W".

(e) Set range switch **4** to "50 W".

(f) Set frequency and back-heating balance according to sections 4.2 and 4.3.

(g) Adjust output attenuator **1** in the range of the red reference scale for optimum power.

(h) Set ANODE VOLTAGE switch to "1000 V".

(i) Correct CATHODE TUNING **8** until meter **5** indicates a power somewhat higher than the required one but below the cut-off value of the overload protection **18.** The grid-current indication may assume negative values due to grid emission, but this is of no importance for the performance of the signal generator.

(j) Adapt the adjustment of the output attenuator **1** to the power requirement. Check that I_a and I_g do not exceed the permissible limit values.

(k) Since the attenuator setting influences the cathode-circuit tuning it is advisable in the case of high power requirement to correct the cathode-circuit tuning and the output-attenuator setting alternately several times until an optimum value is reached.

Alternate setting corrections may also be necessary when changing from a low to a high frequency. The resulting drift of I_a, I_g and P comes to a standstill when the thermal equilibrium of the oscillator valve is reached.

Heavy feedback is employed in the UHF oscillator to obtain the necessary power at 275 MHz. Thus, high grid current results in the range between 700 and 1000 MHz. At these frequencies, the cathode tuning should be shifted so far that the grid current does not exceed 400 mA.

The life of the UHF oscillator valve 2 C 39 BA largely depends on the anode voltage. It is therefore advisable to use the "1000 V" position of switch **16** only if the required power is not obtained in the "600 V" position and only as long as such a high power is really necessary.

4.5.3 Power below about 0.01 W (0 to 0.77 V across 60 Ω. 0 to 0.71 V across 50 Ω)

Set the RESPONSE VALUE switch **19** to "0.5 W" and the ANODE VOLTAGE switch **16** to "600 V". The setting of the BACK HEATING BALANCE switch **15** again depends on the selected frequency. For this power range mainly the scale 0 to – 80 dB of output attenuator **1** is applicable. This black scale carries a relative calibration. It permits the adjustment or reading of a defined level variation, but the reading of an absolute power level is not directly possible. Since, however, the meter **5** still indicates a well-readable value at 0 dB, a given meter deflection can be chosen as reference point and, starting from this point, very small absolute power increments can be obtained. To do so, proceed as follows:

(a) Adjust at **1** for a dB value $-a_1$ which lies between 0 dB and about –10 dB and at which the meter **5** still gives a clearly readable deflection P_1.

(b) Calculate the dB variation Δa, which is required to obtain the desired lower power P_2. The variation is

$$\Delta a = 10 \log \frac{P_2}{P_1}$$

(c) For P_2 adjust the dB value

$$a_2 = -a_1 - \Delta a.$$

Example: The output power $P_2 = 1.5 \times 10^{-6}$ W is to be adjusted.

(a) Assume that the meter shows the deflection $P_1 = 50$ mW $= 5 \times 10^{-2}$ W with the ATTENUATOR 1 being adjusted to $a_1 = -2$ dB.

(b) The required dB variation is

$$\Delta a = 10 \log \frac{1.5 \times 10^{-6}}{5 \times 10^{-2}} = 45.2 \text{ dB}$$

(c) For $P_2 = 1.5 \times 10^{-6}$ W adjust the dB value

$$\Delta a_2 = -2 - 45.2 = -47.2 \text{ dB}.$$

Naturally, the calculated setting a_2 holds only for the frequency to which the reference point power P_1 refers, since the output power is dependent on frequency. After the frequency is changed, first of all make sure whether the reference point power P_1 still corresponds to the dB value $-a_1$ or whether it has changed.

A very small defined power or voltage may be obtained by inserting several attenuator pads between the output of the Type SLRD and the load, e. g., the UHF Load Resistors Type RBD, listed in section 4.1. For this purpose use may also be made of the UHF Attenuators Type DPF which have a lower power handling capacity. The following models are available:

Type	Order No.	Z	Attenuation	Power capacity	f ≦
DPF	18060.50 18060.60	50 Ω 60 Ω	5 dB	0.5 W	4000 MHz
	18061.50 18061.60	50 Ω 60 Ω	10 dB		
	18062.50 18062.60	50 Ω 60 Ω	20 dB		

It is, however, more comfortable, especially for obtaining very small voltages, to apply our UHF Standard Attenuator Type DPU, BN 18044/50 or 60 with an attenuation up to 109 dB, adjustable in steps of 1 dB. Frequency range 0 to 3000 MHz.

Application of very small voltages to the load, either via the attenuator of the Type SLRD or via external attenuator pads, is reliably possible only if the load is well shielded, since the Type SLRD is primarily a power signal generator and does not have such a good shielding as a standard signal generator. Care must be taken to ensure that the UHF energy enters the load only via the connecting cable and no other way.

4.5.4 Influence of Harmonics on the Power Indication

The meter circuit in the output of the Type SLRD resonants at about 3000 MHz, i.e. outside the nominal frequency range. This may result in an additional indication error at frequencies the harmonics of which lie in the above region. For optimum accuracy of the power indication, slightly detune the cathode circuit towards lower frequencies to obtain a lower grid current. This reduces the harmonic content so far that the accuracy given in section "1. Specifications" for the power indication is reached.

4.6 Modulation

If switch **16** is set to position MODULATION 1 kHz AM SQUARE WAVE, the output voltage is 100% square-wave modulated with 1000 Hz. The anode voltage is about 600 V. The panel power meter is not suitable for measuring the modulated output power, since the diode voltmeter which operates as a peak-responsive rectifier and is calibrated in watts is unable to indicate the square-wave output voltage correctly. An exact measurement of the modulated output power requires a power meter for rms values, e.g. our Microwave Power Meter Type NRD. The following models are available:

Type	Order No.	Z	Power range	Frequency range
NRD	2413.50 2413.60	50 Ω 60 Ω	0.1 to 10 mW	0 to 4500 MHz
	2412.50 2412.60	50 Ω 60 Ω	1 to 200 mW	0 to 3200 MHz

Extension of the measurement range up to 20 W is possible using the UHF Load Resistors Type RBD, BN 33663/50 for $Z = 50\ \Omega$, BN 33663/60 for $Z = 60\ \Omega$. A low power no longer covered by the Type NRD can be exactly measured following the procedure suggested in section 4.5.3, the Microwave Power Meter being connected to determine the power at the reference point.

5. Description (see Circuit Diagram page 63)

5.1 General

The UHF oscillator, Rö1, generates the UHF power. Its tuning is achieved by motors Mo2 and Mo3. These two motors are started with the toggle switches S5 and S4. The direction of the pressure, to the left or to the right, determines the movement of the

cursor over the scale. Between the UHF oscillator and the cable K1 leading to the output, there is a pickup loop which can be moved for continuous adjustment of the output voltage down to very low values. The diode voltmeter, consisting of the meter diode Rö2 in the output, the balancing diode Rö19 and the moving-coil meter J1, gives direct power readings above about 0.01 W. The thyratron, Rö5, and the six relays RsA to RsF are provided for the protection of the UHF oscillator and the connected load. This valve is ignited either on account of too high an output power or too high an anode or grid current of valve Rö1, which puts the UHF oscillator out of operation.

The bridge at Tr3, with incandescent lamp RI 3, and the two-stage amplifier with Rö3–Rö4–Tr2 serve for the stabilization of the heater voltage of Rö1, Rö2 and Rö19. The grid voltage of Rö1 is stabilized by the valves Rö7–Rö8–Rö9–Rö10. The valves Rö11–Rö12–Rö13–Rö14 stabilize or supply the anode voltage of Rö1 and Rö15–Rö16. The heater voltage of Rö1 can be switched in steps with S12I–S12II, so that it can be reduced to allow for the back-heating effect which depends on the anode voltage and frequency.

For a 100% square-wave amplitude modulation of the output voltage the multivibrator Rö18I–Rö18II generates a voltage of 1000 Hz which controls the switching valve Rö15 via Rö16. If S13 is set to MODULATION, Rö15 is, for direct current, in series with Rö1, thus causing a periodical interruption of the anode voltage of Rö1.

5.2 UHF Oscillator and Output Attenuator

The UHF oscillator, Rö1, uses an air-cooled disc-seal triode, 2 C 39 BA, with the grid earthed. The anode and cathode circuits are coaxitl-line resonators operating on $1/4\lambda$ in the range 275 to 1000 MHz and on $3/4\lambda$ in the range 850 to 2750 MHz. The mode of oscillation and consequently the frequency range is selected by changing the type of feedback, i.e. capacitive in the range 275 to 1000 MHz and inductive in the range 850 to 2750 MHz. After the selection of the frequency range only the two scales associated with the selected range appear in the window of the front panel. Thus reading of the scales is facilitated.

The continuous frequency change is accomplished by a contact plunger in the anode circuit and another in the cathode circuit. Each plunger is driven by a separate motor: the one of the anode circuit by Mo3, that of the cathode circuit by Mo2 The toggle switches S4 and S5 on the front panel serve for switching on and at the same time for selecting the direction of cursor motion. Each motor has an eddy-current brake to

ensure a short slow-down time after switching off. The four switches S6I–S6II–S7I–S7II automatically turn the motors off when the plungers have reached their final positions.

Motor drive of the anode-circuit plunger is of little use in tuning the frequency of the Type SLRD to the resonance frequency of a narrow-band load. Small frequency adjustments are made possible by a mica plate which can be rotated in the anode circuit. The mica plate can be moved using the crank-type knob VERNIER TUNING on the front panel. Thus the field distribution in the anode circuit can be influenced and the frequency continuously varied by very small values. The crank-type knob has a scale graduated from 0 to 270.

The UHF energy is brought out inductively with a loop provided in the plunger of the anode circuit. The penetration depth of the loop can be varied using the crank-type knob in the upper left-hand corner of the front panel. This device is a continuously variable attenuator with which the output power into 50 Ω or 60 Ω is adjustable from the maximum value (≈20 W) down to a value of about 1×10^{-10} W. The overall range is divided into two sub-ranges: As long as the coupling between the oscillator and the loop is sufficiently loose, the attenuation ratio is logarithmic. This sub-range is calibrated from 0 to –80 dB on the scale of the crank-type knob. The second sub-range is the one with tighter coupling. In this case, the logarithmic attenuation ratio does no longer exist. The scale linerly graduated from 0 to 35 is associated with this sub-range; however, within this linear range of the knob there is no definite relationship between its rotation and the resulting change in power. This scale may only be regarded as an auxiliary means. The actual power variation or output power is indicated by the panel meter calibrated in watts.

5.3 Panel Power Meter

The panel meter is a balancing-circuit type diode voltmeter having four ranges of indication. Diode Rö2 rectifies the UHF voltage which is indicated by the moving-coil meter I1. The zero-signal current of the diode Rö2 flowing through the meter is balanced out by an equal current flowing in the opposite direction, i.e., by the initial current of diode Rö19. As long as there is no UHF voltage across Rö2, the meter is without current in any measurement range. Control R7 common to all the four ranges serves for adjusting the balancing current. This front-panel control is labelled EL. 0. Regarding its circuit arrangement, the diode voltmeter is a peak-responsive type; its four scales, however, are calibrated in watts. The calibration refers to E^2/R, where R is the load impedance. Depending on the model, i.e., BN 41004 50 or BN 41004/60, the indication only holds for a load impedance of 50 Ω or 60 Ω.

5.4 Overload Protection

For the protection of Rö1, the UHF oscillator valve, and of the load, the instrument contains an overload protection, responding to three parameters, which switches off the anode and grid voltages of Rö1. The cut-off occurs when (a) the output voltage, (b) the cathode current or (c) the grid current exceeds a certain predetermined value. This overload protection consists of the thyratron Rö5, the relays RsA to RsF and the associated circuit elements.

The rectified voltage occurring between the cathode of Rö2 and chassis, i.e., the voltage of the diode voltmeter, serves as control voltage for Rö5 for switching off in case of too high an output voltage. To enable the thyratron to fire either at the low output power of 0.5 W or at the high output power of 50 W, the voltage divider R32–R33 and the switch S9 connecting to the grid of Rö5 via the relay contact cII and R31 are provided. The voltage for the threshold value of 0.5 W is tapped from R32, that for 50 W from R33. The more the slider, e.g. of R33, is turned in the direction of 0 potential, the more the output voltage must increase to provide the value necessary for firing to the grid of Rö5. If the output voltage is such that the firing voltage is developed at the tap of R32 (threshold value = 0.5 W) or at that of R33 (threshold value = 50 W), relay RsC in the anode circuit of Rö5 is energized. The anode and grid voltages of Rö1 are then cut off via the relays RsA, RsB and RsF.

Cut-off due to excessive cathode current is caused by relay RsD in the cathode line of Rö1, cut-off due to excessive grid current by the relay RsE in the grid lead. Contact d' or e' is then closed, the grid of Rö5 assumes cathode potential and the thyratron fires. RsC picks up again and causes the anode and grid voltages of Rö1 to be cut off as was the case before. The threshold values $I_c \approx 110$ mA and $I_g \approx 40$ mA are set with the variable resistors R112 and R114 which are in parallel with relays RsD and RsE.

After firing of the thyratron, lamp R12 in the button of the switch S8 lights. This indicates that the UHF oscillator is out of operation. To restore its operation press the button S8 marked RESET on the front panel. This makes Rö5 non-conductive and resets the relays. This, of course, is only possible after elimination of the cause of the cut-off. Otherwise the overload protection would immediately be operated again. The meters J2 and J3 serve to check the anode and grid currents of Rö1.

5.5 Modulation Circuit

Square-wave modulation of the UHF output voltage is ensured by connecting the power pentode Rö15 into the anode lead of the oscillator valve Rö1 via the switches S13III and S13IV. The anode resistance of Rö15 is so controlled that the oscillator either fully oscillates or completely ceases. Rö15 and the control valve Rö16 with reference tube Rö17 form a circuit arrangement as is commonly used for the stabilization of an anode supply voltage. In this case, however, a square-wave voltage is fed to the control grid of Rö16 which makes the anode resistance of Rö15 either very low or very high. The anode voltage of the UHF oscillator is thus interrupted suddenly in periodical intervals. The multivibrator using the double triode Rö18I–Rö18II and the frequency of 1000 Hz produces the square-wave control voltage for Rö16.

5.6. Power Supply

To achieve and maintain the good frequency stability of the Type SLRD, the mechanical construction of the UHF oscillator is carried out in accordance with the latest state of the art and, in addition, the operating voltages of the UHF oscillator are very well stabilized. Good stability of the panel power meter is accomplished by stabilizing the heater voltages of the two diodes of the meter circuitry.

5.6.1 Anode Supply Voltage for Rö1

The AC voltage for the generation of this anode supply voltage is taken either from winding 9–11 for $E_a = 600$ V or from winding 9–12 for $E_a = 1000$ V of the power transformer Tr1 and is rectified by G15. As shown on the left side of the circuit diagram, this rectifier consists of five normal rectifiers for 720 V/100 mA. The valves Rö11, Rö12, Rö13 and the reference tube Rö14 serve for stabilization. Rö11 and Rö12 are two paralleled power pentodes passed through by the total anode current of the load Rö1. Rö13 amplifies the voltage fluctuations occurring at the load and Rö14 maintains the reference voltage of Rö13.

If the AC supply voltage decreases, the load voltage decreases and with it the grid voltage of Rö13 tapped across R70. Consequently, the anode current of Rö13 and the voltage drop across the anode load resistor R63 are decreased. This makes the negative grid voltage and the anode resistance of Rö11–Rö12 decrease so that the load voltage increases to its original value. In case of AC supply-voltage fluctuations of –15 to +10% the fluctuation of the load voltage is only ±0.1%.

5.6.2 Grid Voltage for Rö1

The AC voltage is taken from the winding 21–22 or Tr1 and rectified by Gl1. L5–C13 filter and Rö7–Rö8–Rö9–Rö10 stabilize the voltage. This stabilizing circuit operates basically in the same manner as that using Rö11 to Rö14, but due to the smaller load current employs only one series regulator, Rö7.

5.6.3 Heater Voltage for Rö1, Rö2 and Rö19

Fig. 3 shows the simplified circuit for stabilizing the heater voltage of the UHF oscillator valve Rö1, the meter diode Rö2 and the balancing diode Rö19. Winding 19–20 of the power transformer Tr1 feeds the series circuit consisting of primary winding ye-blk of Tr4 and of secondary winding 4–5 of Tr2. If the dash-dotted section of the circuit is not taken into consideration, the three valves Rö1–Rö2–Rö19 receive from the secondary winding of Tr4 a heater voltage fluctuating with the AC supply voltage. Here, however, the section in dash-dotted lines feeds an additional voltage proportional to the AC supply voltage fluctuation to the secondary winding 4–5 of transformer Tr2 so that the heater voltage taken from Tr4 remains constant.

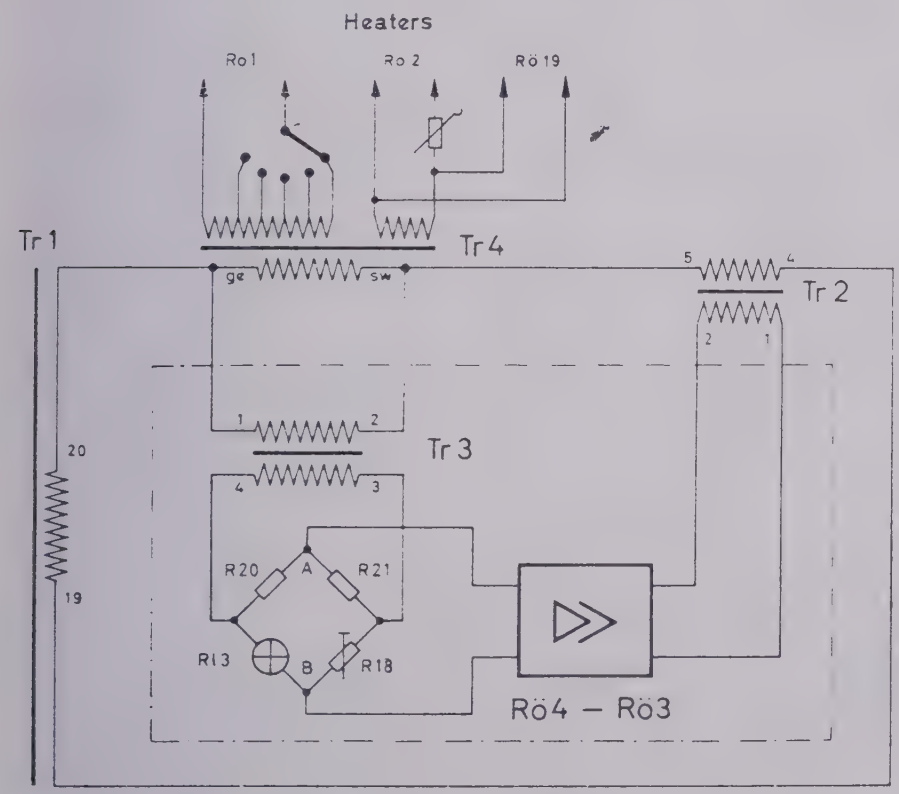
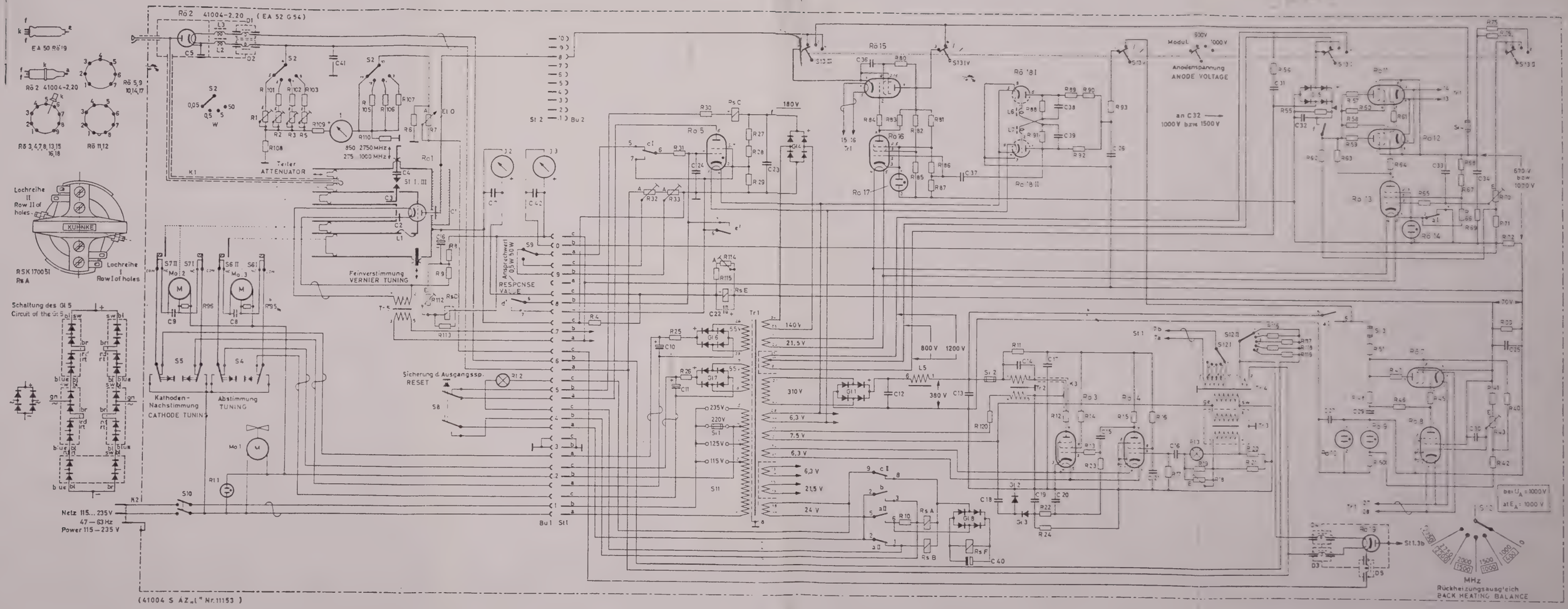


Fig. 3 Simplified circuit diagram showing the stabilization of the heater voltages for Rö1, Rö2 and Rö19



Stromlauf

Circuit Diagram

This circuit operates as follows: the transformer Tr3 connected to the primary winding ye-blk of Tr4 feeds from its secondary winding 3–4 a bridge consisting of the three voltage-independent resistors R18–R21–R20 and the voltage-dependent resistance of the incandescent lamp R13. The bridge is balanced at the rated AC supply voltage; i.e., R18 is so adjusted that the unbalance voltage is equal to zero. With decreasing supply voltage the resistance of R13 decreases. The bridge becomes unbalanced and at its neutral arm A–B delivers a voltage corresponding to the decrease in supply voltage. This unbalance voltage is amplified by the two-stage amplifier Rö4–Rö3. The amplified voltage is applied to the winding 4–5 of transformer Tr2 and added to the existing voltage so as to compensate for the decrease in voltage occurring across Tr4. However, if the supply voltage increases, the resistance of R13 is increased. Here again an unbalance voltage is produced which corresponds to the voltage change, but is shifted in phase by 180°. Consequently, the voltages are subtracted in the winding 4–5 of transformer Tr2 so that the heater voltage delivered by Tr4 decreases as the supply voltage increases.

5.6.4 Back-heating Balance

As the frequency increases the RF energy causes backheating of the cathode. Thus the temperature of the cathode is higher than is due to the heater voltage. Since the life of the valve would thus be shortened, the secondary winding of transformer Tr4 is provided with taps so that the heater voltage of Rö1 can be correspondingly decreased with increasing frequency. Switch S12 provided for this purpose is labelled BACK HEATING BALANCE on the front panel. Furthermore, it is indicated which switch position, i.e. heater voltage, should be selected for the respective anode voltage (600 V or 1000 V) and frequency. Since transformer Tr4 is less loaded when the heater voltage is reduced, its secondary voltages increase slightly. To prevent this voltage increase from affecting the diode of the power meter, one of the resistors R116 or R119 is connected between the secondary winding 1–2 and the heater line.

6. Replacement of Valves and Fuses

(Warning! High Tension! Disconnect from AC supply.)

The following valves may readily be replaced by the same type:

Rö3	EL 84	Rö10	150 C 2	Rö15	PL 81
Rö4	EF 80	Rö11	EL 34	Rö16	PL 81
Rö7	EL 86	Rö12	EL 34	Rö17	90 C 1
Rö8	EF 80	Rö13	PL 81	Rö18	ECC 81
Rö9	85 A 2	Rö14	150 B 2	Rö19	EA 50

Valve Rö1 2 C 39 BA

This valve is located below the cover of the UHF oscillator. It can be withdrawn from its socket using the valve puller attached above the UHF oscillator.

Valve Rö2 R&S Stock No. 41004 – 2.20 (EA 52 G 54) or **1080 – 3.20**

Rö2 is a Valvo valve EA 52 G 54 which has been selected for this purpose and carries the R&S Stock No. 41004 – 2.20. In its cold state, this diode should have an anode-cathode capacitance of less than 0.27 pF. To measure this low capacitance use can be made, e.g., of our Direct Capacitance Meter Type KKH. In case of need R&S supplies a selected spare valve.

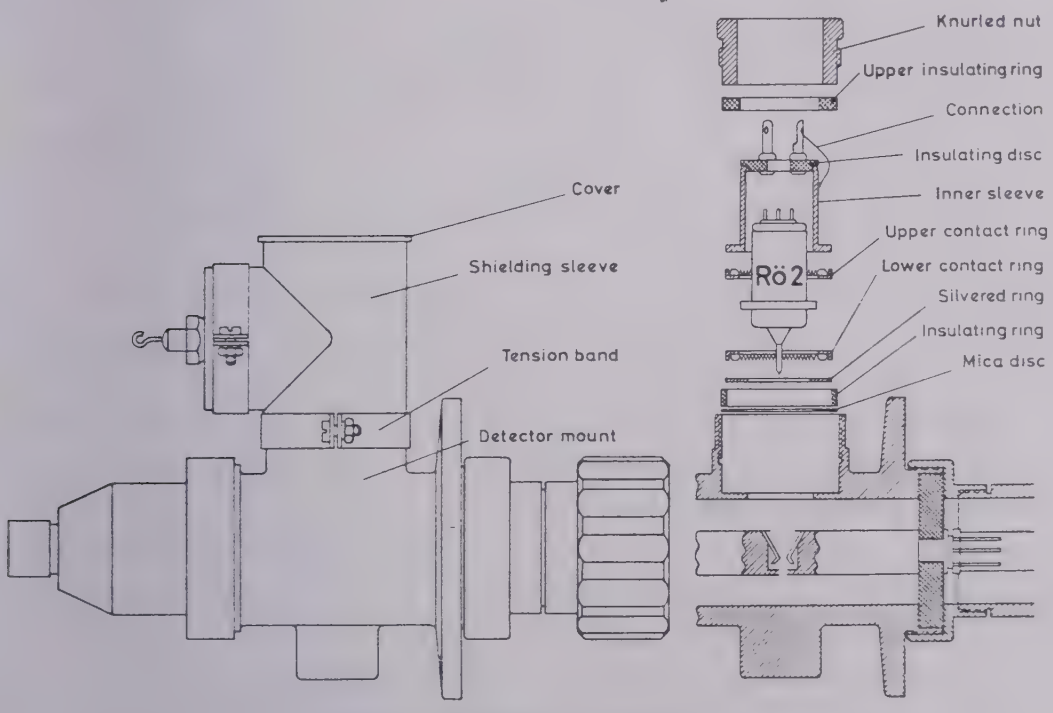


Fig. 4 Replacement of diode Rö2

Rō2 is accommodated in the output detector mount. To replace the valve, proceed as described below. See also Fig. 4.

(a) Place the instrument so that its upper side lies on the table.

(b) Remove the cover marked 41004 – 2.20 (EA 52 G 54).

(c) Unsolder the two heater lines. Note which line belongs to which soldering lug, so that after insertion of the new diode the connections can be reestablished correctly. This is important because one of the two lugs on the insulating disc connects through the inner sleeve to the cathode of the diode.

(d) Loosen the tenstion band and remove the shielding sleeve, pulling upward.

(e) Loosen the knurled nut.

(f) Remove the inner sleeve containing the valve, pulling upward. The upper insulating ring will then also come out.

(g) Unsolder the connection to the inner sleeve.

(h) Heat the soldering lugs on the insulating disc with a soldering iron and withdraw the valve from below. The upper contact ring will fall out. The other parts, i.e., mica disc, insulating ring, silvered ring and lower contact ring remain in the detector mount.

(i) Insert the new diode proceeding in the reverse order.

After the valve has been replaced check the calibration of the instrument in all the four ranges, since it cannot be expected that the new diode has the same characteristic. First, however, correct the electrical zero of the meter according to section 3.5. For checking the power indication we recommend our Microwave Power Meter Type NRD or our UHF Millivoltmeter Type URV in connection with a suitable terminating resistor capable of absorbing the power output. The externally connected reference instrument must have the same characteristic impedance as the output of the Type SLRD. Because of the frequency response it is advisable to operate with a frequency of about 1200 MHz. It is of no importance which of the four ranges is checked first. Each range has its own variable resistor for recalibration: R1 for the 0.05-W range, R2 for the 0.5-W range, R3 for the 5-W range and R5 for the 50-W range.

Valve Rö5 PL 21

After replacement of this valve check that the overload relay responds at an output power of 0.5 W and 50 W. The panel power meter may serve for the indication. First check the response value of 0.5 W. If Rö5 fires too early or too late, change the adjustment of control R32. Check the response value of 50 W with the output unloaded. R33 is the associated control. The more the sliders of these two potentiometers are turned in the direction of 0 potential, the higher the output power must be in orde to ignite the thyratron Rö5.

Fuses Si2, Si3 and Si4

In addition to the AC supply fuse, which is to be replaced according to section 3.1, the instrument contains three fine-wire fuses:

Si2 = 0.08 A (M 0,08 C DIN(41571) protects the heater-voltage regulator for the valves Rö1, Rö2 and Rö19. If Si2 blows the signal generator becomes unstable because the heater-voltage stabilization fails.

Si3 = 0.08 A (M 0,08 C DIN 41571) protects the grid-voltage supply for Rö1. If Si3 blows the grid current indication on meter **2** fails.

Si4 = 0.16 A/1.2 kV (41004 – 3.36) protects the anode supply for Rö1. If Si4 blows the anode supply voltage fails even with the RESET button depressed.

The fuses Si2, Si3 and Si4 are accommodated in fuse holders at the narrow side of the chassis opposite the power transformer. To replace the fuses, withdraw the chassis from the cabinet (High tension; separate from AC supply).

7. Maintenance

The UHF Power Signal Generator Type SLRD does not require any routine maintenance. All revolving parts are supported by ball bearings or sintered bearings. The gliding parts are provided with a lubricant which remains effective for years. At intervals of years, it is sufficient to apply a few drops of oil to the bearings and a thin film of good vaseline to the worm gears of the spindles. Be careful to prevent any oil from penetrating into the cylinders of the coaxial circuits.

8. Parts List

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C 1	Capacitor, bypass	1500 pF	incl. in 41004 – 1.3
C 2	Capacitor, tubular	approx. 40 to 50 pF	incl. in 41004 – 1.10
C 3	Capacitor, coupling		incl. in 41004 – 1
C 4	Capacitor, coupling		incl. in 41004 – 1
C 5	Capacitor, bypass	approx. 200 pF	incl. in 41004 – 2
C 6	Capacitor, electrolytic	100 µF 100 V	CED 21 100 100
C 7	Capacitor, paper	100,000 pF 250 V	CPK 58004 n 100
C 8	Capacitor, motor, MP	3 µF 320 V	CMM 3 320 1
C 9	Capacitor, motor, MP	3 µF 320 V	CMM 3 320 1
C 10	Capacitor, electrolytic	100 µF 100 V	CED 21 100 100
C 11	Capacitor, electrolytic	100 µF 100 V	CED 21/100/100
C 12 C 13	Capacitor, MP	16 µF 350 V 16 µF 350 V	CMR 16+16 350
C 14	Capacitor, MP	0.1 µF 500 V 2 x 0.5 µF 500 V	CMR 0,1 500 2 x CMR 0,5 500 parallel
C 15	Capacitor, MP	1 µF 250 V	CMR 1 250 1
C 16	Capacitor, MP	1 µF 160 V	CMR 1 160
C 17	Capacitor, MP	2 µF 500 V	CMR 2 500
C 18	Capacitor, MP	1 µF 160 V	CMR 1 160
C 19	Capacitor, MP	1 µF 160 V	CMR 1 160
C 20	Capacitor, MP	2 µF 160 V	CMR 2/160
C 21	Capacitor, paper	100,000 pF/400 V	CPK 62004 n 100
C 22	Capacitor, electrolytic	1000 µF 6 V	CED 21/1000/6
C 23	Capacitor, MP	2 µF 160 V	CMR 2 160 1
C 24	Capacitor, paper	22,000 pF 400 V	CPK 62003 n 22
C 25 C 26	Capacitor, MP	16 µF 350 V 16 µF 350 V	CMR 16+16 350
C 27	Capacitor, paper	100,000 pF 250 V	CPK 58004 n 100
C 29	Capacitor, paper	220,000 pF 250 V	CPK 58004 n 22
C 30	Capacitor, paper	220,000 pF 250 V	CPK 58004 n 22
C 31	Capacitor, paper	10,000 pF 2000 V	CPF 10 000 2000 W
C 32	Capacitor, MP	18 µF 2500 V	CMR 18 2500 KB
C 33	Capacitor, MP	0.5 µF 2000 V	CMR 0,5 2000 4
C 34	Capacitor, MP	0.5 µF 2000 V	CMR 0,5 2000 4
C 36	Capacitor, MP	4 µF 350 V	CMR 4 350
C 37	Capacitor, MP	0.5 µF 250 V	CMR 0,5 250
C 38	Capacitor, synth. foil.	1000 pF 500 V	CKS 1000 500
C 39	Capacitor, synth. foil.	1000 pF 500 V	CKS 1000 500
C 40	Capacitor, electrolytic	250 µF 35 V	CED 21 250 35
C 41	Capacitor, lacquer-type	1 µF 60 V	CKL 50543 u 1
C 42	Capacitor, paper	100,000 pF/250 V	CKP 100 000 250
D 1	Filter, lead-through		DFP 13501
D 2	Filter, lead-through		DFP 13501

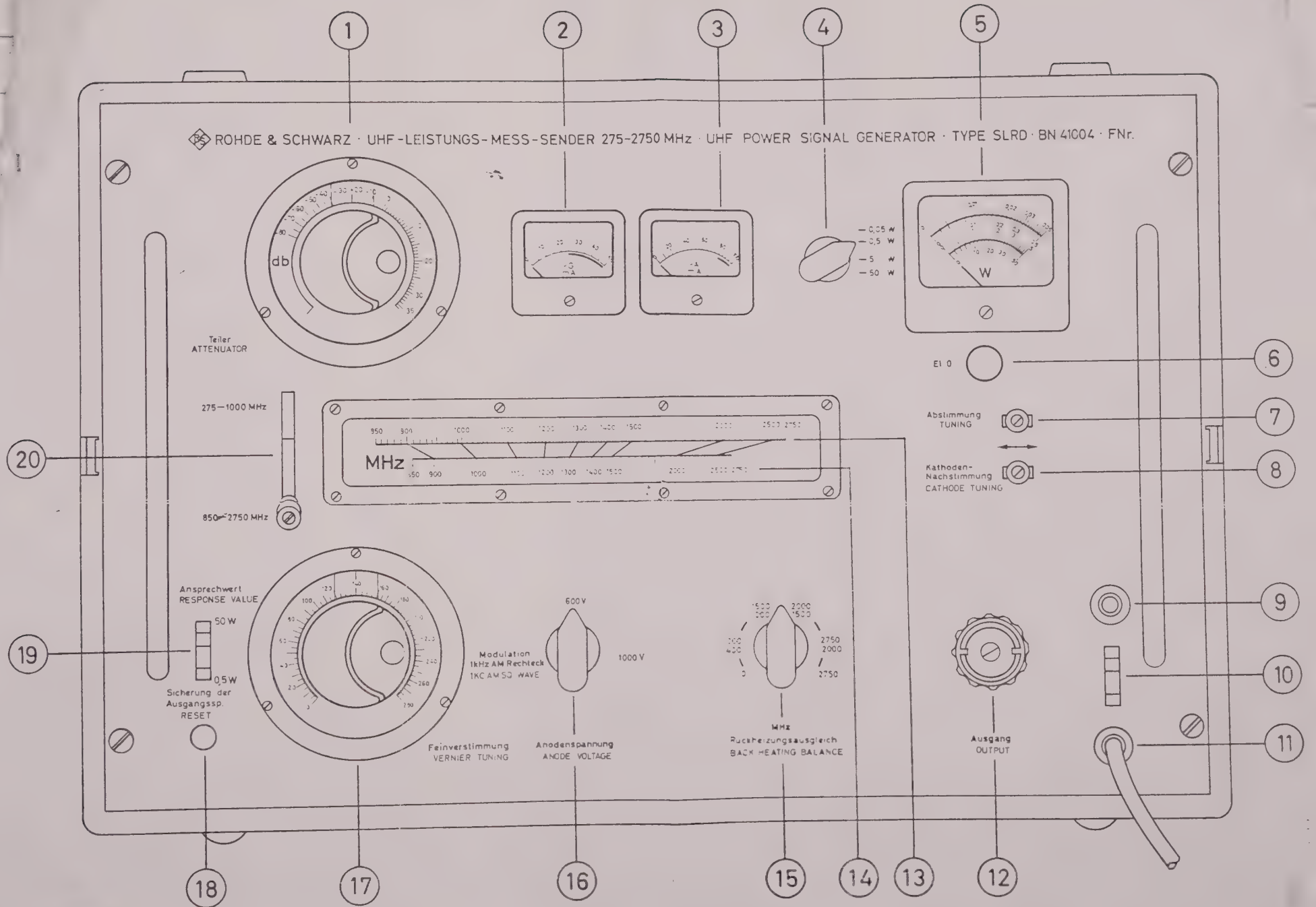
Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
D 3	Filter, lead-through		DFP 13501
D 4	Filter, lead-through		DFP 13501
D 5	Filter, lead-through		DFP 13501
Gl 1	Rectifier		4 x GK/V 23212 – B 0180
Gl 2	Diode, crystal		GK/OA 95
Gl 3	Diode, crystal		GK/OA 95
Gl 4	Rectifier	250 V/30 mA	GNB 76341
Gl 5	Rectifier	5 x 2 x 360 V/100 mA	5 x GN 19 720/100 M
Gl 6	Rectifier	90 V/120 mA	GNB 11 90/120 B
Gl 7	Rectifier	90 V/120 mA	GNB 11 90/120 B
Gl 8	Rectifier	25 V/450 mA	GNB 74541
J 1	Meter, moving-coil		JNS 20412
J 2	Meter, moving-coil		JNS 10507
J 3	Meter, moving-coil		JNS 10508
K 1	Cable		41004 – 7
K 2	Patch cord		LKA 08031.1
K 3	Cable, RF		LKK 61900
L 2	Choke		DUF 211/1
L 3	Choke		DUF 211/1
L 5	Choke		DB 125 2
L 6	Choke		41004 – 3 P Bl. 1
L 7	Choke		41004 – 3 P Bl. 1
Mo 1	Blower		41004 – 10
Mo 2	Motor		ZAM 13503
Mo 3	Motor		ZAM 13503
R 1	Resistor, depos. carbon, variable	10 kΩ lin.	WS 9122 F/10 k
R 2	Resistor, depos. carbon, variable	25 kΩ lin.	WS 9122 F 25 k
R 3	Resistor, depos. carbon, variable	100 kΩ lin.	WS 9122 F/100 k
R 4	Resistor, shunt		IZ 100.50 mA
R 5	Resistor, depos. carbon, variable	250 kΩ lin.	WS 9122 F 250 k
R 6	Resistor, depos. carbon	60 kΩ. 0.5 W	WFE 321 k 60
R 7	Resistor, depos. carbon, variable	1 MΩ lin.	WS 9126/1 M
R 8	Resistor, wire-wound	600 Ω/4 W	WDG 600 4
R 9	Resistor, depos. carbon	3 x 200 Ω. 2 W	3 x WF 200 2 in series
R 10	Resistor, wire-wound	20 Ω/4 W	WD 20 4
R 11	Resistor, depos. carbon	6 kΩ/2 W	WF 6 k 2

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
R 12	Resistor, depos. carbon	50 Ω 0.5 W	WFE 321 E 50
R 13	Resistor, depos. carbon	10 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 10
R 14	Resistor, depos. carbon	2 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 2
R 15	Resistor, depos. carbon	400 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 400
R 16	Resistor, depos. carbon	1.6 MΩ 0.5 W	WFE 321 M 1,6
R 17	Resistor, depos. carbon	2 MΩ 0.5W	WFE 321 M 2
R 18	Resistor, depos. carbon, variable	25 kΩ lin.	WS 9122 F 25 k
R 19	Resistor, depos. carbon	1 kΩ 0.5 W 2 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 1 WFE 321 k 2 parallel
R 20	Resistor, depos. carbon	10 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 10
R 21	Resistor, depos. carbon	10 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 10
R 22	Resistor, depos. carbon	50 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 50
R 23	Resistor, depos. carbon	800 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 800
R 24	Resistor, depos. carbon	1 MΩ 0.5 W	WFE 321 M 1
R 25	Resistor, wire-wound	160 Ω 2 W	WD 160 2
R 26	Resistor, wire-wound	160 Ω 2 W	WD 160 2
R 27	Resistor, depos. carbon	80 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 80
R 28	Resistor, depos. carbon	16 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 16
R 29	Resistor, depos. carbon	3 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 3
R 30	Resistor, depos. carbon	8 kΩ 1 W	WFE 521 k 8
R 31	Resistor, depos. carbon	1 MΩ 0.5 W	WFE 321 M 1
R 32	Resistor, depos. carbon, variable	250 kΩ lin.	WS 7122 F 250 k
R 33	Resistor, depos. carbon, variable	250 kΩ lin.	WS 7122 F 250 k
R 39	Resistor, depos. carbon	20 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 20
R 40	Resistor, depos. carbon	100 MΩ 1 W	WFS 3 100 M 1
R 41	Resistor, depos. carbon	600 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 600
R 42	Resistor, depos. carbon	800 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 800
R 43	Resistor, depos. carbon, variable	250 kΩ lin.	WS 7122 F 250 k
R 45	Resistor, depos. carbon	1 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 1
R 46	Resistor, depos. carbon	200 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 200
R 47	Resistor, depos. carbon	50 Ω 0.5 W	WFE 321 E 50
R 48	Resistor, depos. carbon	100 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 100
R 50	Resistor, depos. carbon	30 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 30
R 51	Resistor, depos. carbon	300 Ω 0.5 W	WFE 321 E 300
R 55	Resistor, depos. carbon	3 x 250 kΩ 1 W	3 x WFE 521 k 250 in series
R 56	Resistor, depos. carbon	5 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 5
R 57	Resistor, depos. carbon	50 Ω 0.5 W	WFE 321 E 50
R 58	Resistor, depos. carbon	50 Ω 0.5 W	WFE 321 E 50
R 59	Resistor, depos. carbon	50 Ω 0.5 W	WFE 321 E 50
R 60	Resistor, depos. carbon	50 Ω 0.5 W	WFE 321 E 50
R 61	Resistor, depos. carbon	10 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 10
R 62	Resistor, depos. carbon	8 MΩ 0.5 W	WFE 321 M 8
R 63	Resistor, depos. carbon	500 kΩ 1 W	WFE 521 k 500

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
R 64	Resistor, depos. carbon	10 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 10
R 65	Resistor, depos. carbon	50 Ω 0.5 W	WFE 321 E 50
R 66	Resistor, depos. carbon	16 kΩ/2 W	WF 16 k/2
R 67	Resistor, depos. carbon	16 kΩ 2 W	WF 16 k 2
R 68	Resistor, wire-wound	2 x 30 kΩ 6 W	2 x WDG 30 k 6 in series
R 69	Resistor, depos. carbon	50 Ω 0.5 W	WFE 321 E 50
R 70	Resistor, depos. carbon, variable	100 kΩ lin.	WS 7122 F 100 k
R 71	Resistor, depos. carbon	12.5 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 12,5
R 72	Resistor, shunt		IZ 100 100 mA
R 75	Resistor, depos. carbon	800 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 800
R 76	Resistor, depos. carbon	400 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 400
R 80	Resistor, depos. carbon	2 x 12.5 kΩ/2 W	2 x WF 12,5 k 2 in series
R 81	Resistor, depos. carbon	250 kΩ 1 W	WFE 521 k 250
R 82	Resistor, depos. carbon	80 kΩ 2 W	WF 80 k 2
R 83	Resistor, depos. carbon	50 kΩ/10 W	WF 50 k/10
R 84	Resistor, depos. carbon	10 kΩ/0.5 W	WFE 321 k 10
R 85	Resistor, depos. carbon	40 kΩ/1 W	WFE 521 k 40
R 86	Resistor, depos. carbon	60 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 60
R 87	Resistor, depos. carbon	125 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 125
R 88	Resistor, depos. carbon	1.6 MΩ 0.5 W	WFE 321 M 1,6
R 89	Resistor, depos. carbon	300 Ω 0.5 W	WFE 321 E 300
R 90	Resistor, depos. carbon	5 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 5
R 91	Resistor, depos. carbon	1.6 MΩ 0.5 W	WFE 321 M 1,6
R 92	Resistor, depos. carbon	6 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 6
R 93	Resistor, wire-wound	8 kΩ 4 W	WD 8 k/4
R 95	Resistor, depos. carbon	16 kΩ 2 W	WF 16 k 2
R 96	Resistor, depos. carbon	16 kΩ/2 W	WF 16 k 2
R 101	Resistor, depos. carbon	80 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 80
R 102	Resistor, depos. carbon	250 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 250
R 103	Resistor, depos. carbon	1 MΩ 0.5 W	WFE 321 M 1
R 105	Resistor, depos. carbon	30 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 30
R 106	Resistor, depos. carbon	200 kΩ/0.5 W	WFE 321 k 200
R 107	Resistor, depos. carbon	500 kΩ 0.5 W 250 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 500 WFE 321 k 250 in series
R 108	Resistor, depos. carbon	20 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 20
R 109	Resistor, depos. carbon	20 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 20
R 110	Resistor, depos. carbon	20 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 20
R 112	Resistor, depos. carbon, variable	25 kΩ lin.	WS 9122 F 25 k
R 113	Resistor, depos. carbon	12,5 kΩ 0.5 W	WFE 321 k 12,5
R 114	Resistor, depos. carbon, variable	250 Ω lin.	WS 9122 F 250
R 115	Resistor, depos. carbon	125 Ω 0.5 W	WFE 321 E 125
R 116	Resistor, wire-wound	0.14 Ω ±10%	41004 - 3.32
R 117	Resistor, wire-wound	0.31 Ω ±10%	41004 - 3.33
R 118	Resistor, wire-wound	4 Ω 0.5 W	WD 4 0,5

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
R 119	Resistor, wire-wound	5 Ω. 0.5 W	WD 5 0,5
R 120	Resistor, wire-wound	0.3 Ω ±10%	41004 – 3.42
Rl 1	Lamp, glow, miniature	220 V	RL 210
Rl 2	Lamp, miniature	24 V. 0.05 A	RL 42401
Rl 3	Lamp	150 V. 15 W	RL 93015
Rö 1	Triode		2 C 39 BA
Rö 2	Diode		41004 – 2.20 (EA 52 G 54) or 1080 – 3.20
Rö 3	Pentode, output		EL 84
Rö 4	Pentode		EF 80
Rö 5	Thyratron		PL 21
Rö 7	Pentode, output		EL 86
Rö 8	Pentode		EF 80
Rö 9	Reference tube		85 A 2
Rö 10	Reference tube		150 C 2
Rö 11	Pentode, output		EL 34
Rö 12	Pentode, output		EL 34
Rö 13	Pentode, output		PL 81
Rö 14	Reference tube		150 B 2
Rö 15	Pentode, output		PL 81
Rö 16	Pentode, output		PL 81
Rö 17	Reference tube		90 C 1
Rö 18	Triode, twin		ECC 81
Rö 19	Diode		EA 50
Rs A	Relay, pot		RSK 170051
Rs B	Relay, thermal		RLS 301 '4
Rs C	Relay		RSS 220042
Rs D	Relay		RSS 230042
Rs E	Relay		RSS 215042
Rs F	Relay		41004 2 – 2.20
S 1 I–III	Switch, range		enth. in 41004 – 1
S 2	Switch, rotary midget		SRP 11120
S 4	Switch, toggle		41004 – 1.1
S 5	Switch, toggle		41004 – 1.1
S 6 I–II	Switch, micro		2 x SDH 42300
S 7 I–II	Switch, micro		2 x SDH 42300
S 8	Push button, lighting		SR 61804
S 9	Switch, toggle		SR 124 '4
S 10	Power switch assembly		SKK 120
S 11	Tapping panel		FD 60519
S 12	Switch, rotary midget		SRW 07210
S 13	Switch		41004 – 3.2

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
Si 1	Fuse	2.5 A for 220–235 V 6 A for 115–125 V	M 2,5 D DIN 41571 M 6 D DIN 41571
Si 2	Fuse	80 mA	M 0,08 C DIN 41571
Si 3	Fuse	80 mA	M 0,08 C DIN 41571
Si 4	Fuse, HT	1.2 kV 0.16 A	41004 – 3.36
Tr 1	Transformer, power		41004 – 3.3
Tr 2	Transformer, output		41004 – 3.4
Tr 3	Transformer, bridge		3561 – 3.16
Tr 4	Transformer, IF		41004 – 3.5
Tr 5	Transformer		41004 – 30.2



Frontansicht
Front View

BESCHREIBUNG

UHF-LEISTUNGS-MESS-SENDER

275 . . . 2750 MHz

Type SLRD

BN 41004/50 BN 41004/60

ENGLISH INSTRUCTION BOOK
see page 31

COOKE INTERNATIONAL SERVICES
TEST & MEASUREMENT INSTRUMENTS
Unit 4, Fordingbridge Site, Main Road
Barnham, Bognor Regis, West Sussex PO22 0EB
Telephone: (0243) 545111/2 Fax: (0243) 542457

Anmerkung: Wir bitten, bei technischen Anfragen, insbesondere bei einer Anforderung von Ersatzteilen, außer der Type und Bestellnummer (BN) immer auch die Fabrikationsnummer (FNr.) des Gerätes anzugeben.

Ausgabe 41004 A/966 d/e
Printed in Western Germany

Inhaltsübersicht

1. Eigenschaften 3

2. Anwendung 5

3. Inbetriebnahme 6

3.1. Einstellen auf die Netzspannung 6
3.2. Umrüsten des Ausgangs 6
3.3. Instrument-Nullpunkte 7
3.4. Einschalten 7
3.5. Einstellen des elektrischen Nullpunktes 8

4. Bedienung 8

4.1. Anschließen des Verbrauchers 8
4.2. Einstellen der Frequenz 9
4.3. Rückheizungsausgleich 10
4.4. Sicherung der Ausgangsspannung 10
4.5. Einstellen und Messen der Ausgangsleistung 11
4.5.1. Leistungen zwischen etwa 0,01 und 0,5 W 11
4.5.2. Leistungen über 0,5 W 11
4.5.3. Leistungen unter etwa 0,01 W 13
4.5.4. Beeinflussung der Leistungsanzeige durch Oberwellen 15
4.6. Modulation 15

5. Wirkungsweise 16

5.1. Übersicht 16
5.2. UHF-Oszillator und Ausgangsspannungsteiler 17
5.3. Ausgangsleistungs-Anzeiger 18
5.4. Überlastungsschutz 18
5.5. Modulationseinrichtung 19
5.6. Stromversorgung 20
5.6.1. Anodenspannung für Rö1 20
5.6.2. Gitterspannung für Rö1 20
5.6.3. Heizspannung für Rö1, Rö2 und Rö19 21
5.6.4. Rückheizungsausgleich 22

6. Röhren- und Sicherungswechsel 22

7. Wartung 25

8. Schaltteilliste 26

Frontansicht 61

Stromlauf 63

1. Eigenschaften

Frequenzbereich	275 ... 2750 MHz
aufgeteilt in 2 Teilbereiche	275 ... 1000 MHz und 850 ... 2750 MHz
Fehlergrenzen der eingestellten Frequenz	±2%
Kleinste einstellbare Frequenzvariation	$1 \cdot 10^{-4}$
Frequenzänderung innerhalb 15 Minuten nach 2 Stunden Betriebsdauer	$< 5 \cdot 10^{-5}$
Ausgang	Kurzhubstecker Dezifix B umrüstbar für andere Stecker- und Buchsensysteme, siehe Seite 6 und 7
Wellenwiderstand	
bei Ausführung BN 41004/50	50 Ω
bei Ausführung BN 41004/60	60 Ω
Ausgangsleistung	
bei 275 ... 500 MHz	über 8 W
500 ... 1700 MHz	über 20 W
1700 ... 2400 MHz	über 5 W
2400 ... 2750 MHz	über 1 W

Maximale Ausgangsleistung in Abhängigkeit von der Frequenz siehe Bild 2 auf Seite 12

Ausgangsteiler	stetig regelbar von etwa 10^{-10} W bis Maximalleistung
Leistungsanzeige	durch Spannungsmesser am Ausgang, geeicht in Watt für angepaßte Last, mit den Bereichen 0,05 W, 0,5 W, 5 W und 50 W im Bereich unter etwa 2 mW indirekt an einer von 0 ... –80 dB relativ geeichten Teilerskala
Fehlergrenzen der Instrumentanzeige	±12%
Fehlergrenzen des Teilers	±5% ±0,5 dB
Frequenzgang der Ausgangsleistung bezogen auf die Instrumentanzeige	
275 ... 1500 MHz	±15%
1500 ... 2400 MHz	+15% ... –35%
2400 ... 2750 MHz	–15% ... –50%

Innenwiderstand	nicht definiert
Modulation	eigen, abschaltbar
Modulationsart	Amplitudenmodulation
Modulationsform	Rechteck
Modulationsfrequenz	1000 Hz
Modulationsgrad	100 %
Brummodulation	< 0,3%
Netzanschluß	115/125/220/235 V –15 . . . +10% 47 . . . 63 Hz (350 VA)
Bestückung	1 Röhre EA 50 1 Röhre ECC 81 2 Röhren EF 80 2 Röhren EL 34 1 Röhre EL 84 1 Röhre EL 86 1 Röhre PL 21 3 Röhren PL 81 1 Röhre 2 C 39 BA 1 Stabilisator 85 A 2 1 Stabilisator 90 C 1 1 Stabilisator 150 B 2 1 Stabilisator 150 C 2 1 Röhre R&S-Sach-Nr. 41004 – 2.20 oder R&S-Sach-Nr. 1080 – 3.20 1 Schmelzeinsatz M 2,5 D DIN 41571 (für 220 und 235 V Netzspannung) 1 Schmelzeinsatz M 6 D DIN 41571 (für 115 und 125 V Netzspannung) 2 Schmelzeinsätze M 0,08 C DIN 41571 1 Schmelzeinsatz R&S-Sach-Nr. 41004–3.36 5 Reserve-Schmelzeinsätze R&S-Sach-Nr. 41004–3.36 1 Zwergglimmlampe R&S-Sach-Nr. RL 210 1 Kleinlampe R&S-Sach-Nr. RL 42401 1 Regellampe R&S-Sach-Nr. RL 93015
Abmessungen (mit Deckel)	540 x 488 x 370 mm
Gewicht	etwa 60 kg

2. Anwendung

Der umfangreiche Frequenzbereich (1 : 10), die Einstellbarkeit sehr kleiner relativer Frequenzänderungen ($1 \cdot 10^{-4}$), die gute Konstanz der Frequenz und Ausgangsspannung und die für einen Meßsender verhältnismäßig große Ausgangsleistung, die sich bis auf einen sehr kleinen Betrag herab kontinuierlich einstellen läßt, sichern dem UHF-Leistungs-Meßsender Type SLRD viele Einsatzmöglichkeiten.

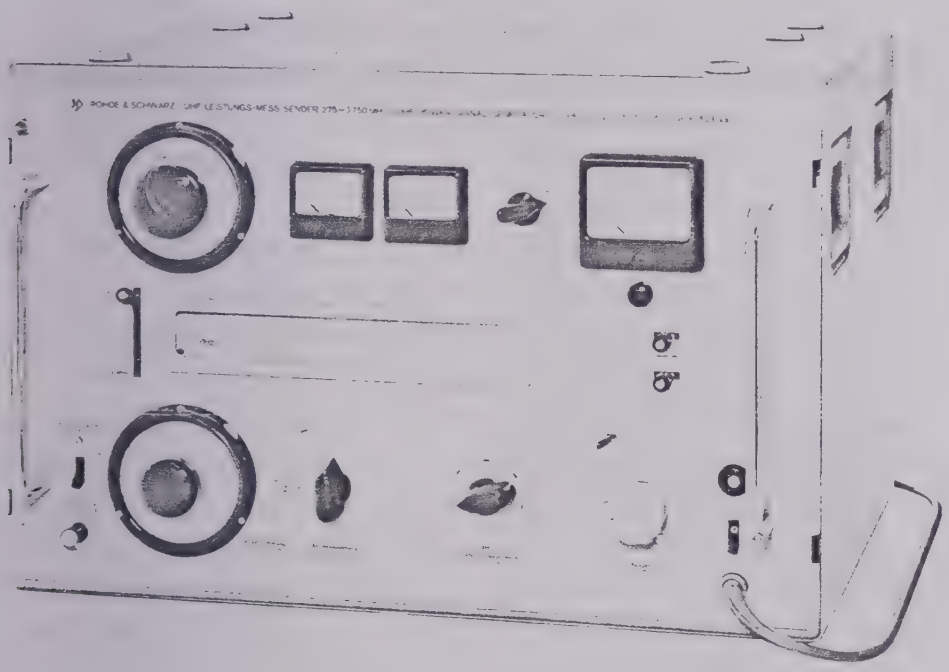


Bild 1. UHF-Leistungs-Meßsender Type SLRD BN 41004/..

Schon wegen seines umfangreichen Leistungsbereiches von rund $1 : 10^{-10}$ vermag der SLRD Meßaufgaben zu erfüllen, die bisher in der Regel nur mit zwei Meßsendern bewältigt werden konnten. Auch die Modulierbarkeit des Trägers mit 100% Rechteck-AM, aber vernachlässigbar kleiner FM, ist bei vielen Meßaufgaben sehr entscheidend; beispielsweise dann, wenn mit dem SLRD eine Meßleitung gespeist wird.

Gut geeignet ist der UHF-Leistungs-Meßsender Type SLRD zum Beispiel zur Speisung unseres Z-g-Diagraphen Type ZDD, zur Energieversorgung von Antennen, deren Strahlungs-Diagramm aufgenommen werden soll, oder zur Messung von Filtern mit großer Dämpfung.

3. Inbetriebnahme

3.1. Einstellen auf die Netzspannung

Ab Werk ist das Gerät für 220 V Netzspannung eingestellt. Zur Umstellung für 115 V, 125 V oder 235 V muß man zunächst an den vier Ecken der Frontplatte die Zylinderkopfschrauben lösen und das Gerät aus seinem Gehäuse herausziehen. Dann wird am Spannungswähler (auf dem Netztransformator), der gleichzeitig Sicherungshalter ist, das mit der gegebenen Netzspannung bezeichnete Federnpaar mit einem geeigneten Schmelzeinsatz überbrückt. Für 235 V kann man die für 220 V eingesetzte 2,5 A-Sicherung (M 2,5 D DIN 41571) benutzen. Für 115 oder 125 V muß eine 6-A-Sicherung (M 6 D DIN 41571) eingesetzt werden.

Achtung! Der Geräteeinschub erzeugt Hochspannung und soll nicht außerhalb des Stahlkastens betrieben werden. Ist dies z. B. bei Reparaturen nicht zu vermeiden, so sind die allgemeinen Hochspannungs-Schutzmaßnahmen zu beachten.

Netzspannungsschwankungen: Die Netzspannung kann bis zu 10% über oder bis zu 15% unter dem Nennwert (115, 125, 220 oder 235 V) liegen, ohne daß die Eigenschaften des Gerätes nennenswert beeinflußt werden. Mit Rücksicht auf die Lebensdauer derjenigen Röhren, deren Heizspannungen nicht stabilisiert sind, empfiehlt es sich jedoch, lang andauernde Unter- oder Überspannungen zu vermeiden. Besonders bei einem Netz mit ständiger Unterspannung empfehlen wir, die durchschnittliche Höhe der Netzspannung festzustellen und dem Gerät einen entsprechend bemessenen Regeltransformator oder Konstanthalter vorzuschalten.

3.2. Umrüsten des Ausgangs

Wenn bei der Bestellung des SLRD nicht besonders angegeben, ist sein Ausgang mit einem Kurzhubstecker Dezifix B ausgerüstet. Der Ausgang ist so konstruiert, daß sich der Dezifix-Stecker herausschrauben und durch einen anders gearteten ersetzen läßt. Zur Umrüstung stehen folgende Stecker oder Buchsen zur Verfügung:

Gewünschter Anschluß am Ausgang des SLRD		Umrüstsatz Bestell-Nummer	
50-Ω-UHF-Buchse	(z. B. Amphenol)	FHD	10900 50
50-Ω-UHF-Stecker	(z. B. Amphenol)	FHS	10900 50
50-Ω-N-Buchse	(z. B. Amphenol)	FHD	20900 50
50-Ω-N-Stecker	(z. B. Amphenol)	FHS	20900 50
50-Ω-C-Buchse	(z. B. Amphenol)	FHD	30900 50
50-Ω-C-Stecker	(z. B. Amphenol)	FHS	30900 50
50-Ω-BNC-Buchse	(z. B. Amphenol)	FHD	40900 50
50-Ω-BNC-Stecker	(z. B. Amphenol)	FHS	40900 50
50-Ω-HF-Buchse 4,1 9,5		FID	20900 50
50-Ω-HF-Stecker 4,1 9,5		FIS	20900 50
50-Ω-HF-Buchse 7 16		FID	40900 50
50-Ω-HF-Stecker 7 16		FIS	40900 50
60-Ω-HF-Buchse 3,5 9,5 DIN 47281		FID	20900 60
60-Ω-HF-Stecker 3,5 9,5 DIN 47281		FIS	20900 60
60-Ω-HF-Buchse 6 16 DIN 47282		FID	40900 60
60-Ω-HF-Stecker 6 16 DIN 47282		FIS	40900 60
50-Ω-Anschluß General Radio 874 B		FLA	20900 50
50-Ω-Anschluß Marconi H4		FLB	20900 50

Der Umrüstvorgang ist einfach: Man schraubt den Außenleiter des Dezifix-Steckers mit dem von R&S beziehbaren Schlüssel FZM 10900 und den Innenleiter mit einem 4-mm-Schraubenzieher heraus. Dann kann der Innen- und Außenleiter des jeweils erforderlichen Umrüstsatzes eingeschraubt werden. Diese Umrüstsätze sind auch für andere R&S-Geräte, die mit Dezifix-B-Stecker (Rohrsockel) ausgerüstet sind, geeignet. Wir empfehlen, Dezifix-Stecker und Umrüstsätze pfleglich zu behandeln und sorgfältig aufzubewahren, da schon geringe mechanische Beschädigungen die elektrischen Eigenschaften verschlechtern können.

3.3. Instrument-Nullpunkte

Bei ausgeschaltetem Gerät müssen die Zeiger der drei Anzeigeinstrumente auf Null stehen. Zur Korrektur dient der im jeweiligen Instrumentgehäuse eingelassene Schlitzkopf.

3.4. **Einschalten** (siehe Frontplatte mit Positionsnummern, Seite 61)

Vor dem Einschalten des Gerätes stelle man den Schalter **16** „Anodenspannung" auf „600 V" und den Schalter **15** „Rückheizungsausgleich" auf „0–1000/400 MHz". Dann wird das Gerät mit dem Kippschalter **10** eingeschaltet. Dabei leuchtet das Glimmlämpchen **9** auf und zeigt an, daß das Gerät eingeschaltet und die Netzsicherung unbeschädigt ist. Gleichzeitig leuchtet die im Knopf **18** „Sicherung der Ausgangsspannung" eingesetzte Lampe. Solange diese Lampe leuchtet, ist der Sender noch nicht betriebs-

bereit; es werden zwar die Röhren geheizt, aber Gitter- und Anodenspannung sind noch abgeschaltet. Nach etwa 1 Minute Anheizzeit schalten sich auch diese Betriebsspannungen automatisch ein und die Lampe **18** erlischt. Zur besonderen Beachtung: **Die Anheizzeit darf keinesfalls durch Drücken des Knopfes 18 abgekürzt werden.**

3.5. Einstellen des elektrischen Nullpunktes

Einige Minuten nach dem Einschalten prüfe man den elektrischen Nullpunkt des Instrumentes **5**. Hierzu stellt man den Schalter **4** auf „0,05 W" und dreht den Teiler **1** bis mindestens –40 dB zurück, damit das Instrument nur den durch den Anlaufstrom der Meßdiode verursachten Ausschlag anzeigen kann. Zeigt das Instrument einen Ausschlag, so muß er mit dem Regler **6** kompensiert werden, bis der Zeiger auf dem Nullpunkt der vier Skalen steht. Es empfiehlt sich, diese Einstellung von Zeit zu Zeit nachzuprüfen.

4. Bedienung

4.1. Anschließen des Verbrauchers

Zwischen dem Ausgang des SLRD und dem Eingang des Verbrauchers verwende man ein koaxiales Kabel, dessen Wellenwiderstand der jeweiligen SLRD-Ausführung entspricht, das heißt eines mit $Z = 50\,\Omega$ für die Ausführung BN 41004 50 oder eines mit $Z = 60\,\Omega$ für BN 41004/60. Der Innenwiderstand des SLRD ist zwar undefiniert, das koaxiale Leitungsstück zwischen Meßdiode und Ausgang weist jedoch genau den der Ausführung entsprechenden Wellenwiderstand auf. Der jeweilige Wert, $50\,\Omega$ oder $60\,\Omega$, ist neben dem Dezifixstecker angegeben.

Wird auf eine möglichst genaue Leistungsanzeige Wert gelegt, so muß nicht nur das Verbindungskabel, sondern auch der Verbraucher-Eingang einen Wellenwiderstand von $50\,\Omega$ bzw. $60\,\Omega$ aufweisen. Ist für eine Meßaufgabe ein definierter Innenwiderstand erforderlich, so schalte man zwischen SLRD-Ausgang und Verbindungskabel ein geeignetes Dämpfungsglied. Dies ist allerdings nur dann verwendbar, wenn nicht die volle Ausgangsleistung gebraucht wird. Es stehen folgende Dämpfungsglieder (UHF-Belastungswiderstände) zur Verfügung:

Type	Bestell-Nr.	Z	Dämpfung	Belastbarkeit	f ≤
RBD	33661/50 33661/60	50 Ω 60 Ω	10 dB	2 Watt	2400 MHz
	33663/50 33663/60	50 Ω 60 Ω	20 dB	20 Watt	

Die Anschlüsse dieser Dämpfungsglieder sind mit den gleichen Umrüstsätzen für andere Buchsen- und Steckerarten umrüstbar wie der Ausgang des SLRD nach Abschnitt 3.2.

4.2. Einstellen der Frequenz

Mit dem Hebel **20** schaltet man denjenigen Bereich ein, in dem die einzustellende Frequenz liegt. Dabei erscheint automatisch das zu diesem Bereich gehörige Skalenpaar **13 – 14** im Fenster. Die obere der beiden Skalen ist dem Anodenkreis, die untere dem Katodenkreis des UHF-Oszillators zugeordnet.

Zum Einstellen einer bestimmten Frequenz innerhalb des eingeschalteten Bereiches werden durch seitliches Drücken auf die Kippschalter **7** „Abstimmung" und **8** „Katodennachstimmung" der Anoden- und Katodenkreis auf diese Frequenz abgestimmt. Dabei entspricht die Druckrichtung der Kippschalter der Bewegungsrichtung des zugehörigen Zeigers. Hat der Zeiger die gewünschte Skalenstelle erreicht, so läßt man den Schalter los. Eine Wirbelstrombremse bewirkt raschen Stillstand. Beide Schalter wirken unabhängig voneinander; sie können gleichzeitig oder nacheinander gedrückt werden.

Zweckmäßigerweise stimmt man zuerst auf der oberen Skala den Anodenkreis und dann auf der unteren Skala den Katodenkreis ab. Die Abstimmung des Katodenkreises erfolgt je nach Leistungsentnahme. Je mehr Leistung dem Sender entnommen wird, um so genauer kann der Katodenkreis auf seine Resonanzfrequenz abgestimmt werden. Dabei ist grundsätzlich darauf zu achten, daß der Katodenkreis immer unterhalb seiner Resonanzfrequenz betrieben wird. Nur dann ist einwandfreies Arbeiten des Senders gewährleistet, und die Leistungsanzeige arbeitet richtig.

Der Eichstrich auf der Katodenkreisskala gilt für volle Leistungsentnahme. Entnimmt man in dieser Position nicht die volle Leistung, so steigt der Gitterstrom an und die Sicherheitsschaltung kann ansprechen. Es ist daher zweckmäßig, die Katodenkreisabstimmung grundsätzlich zunächst zu niederfrequent zu wählen und dann je nach

Leistungsentnahme zu höheren Frequenzen, aber höchstens bis zum Eichstrich, zu verstimmen. Es ist dabei immer ratsam, den Gitterstrom so hoch wie möglich einzustellen. Im Bereich 275 ... 1000 MHz liegt oberhalb etwa 900 MHz die optimale Katodenkreisabstimmung außerhalb der Skala und ist deshalb nicht mehr ganz erreichbar. Dies ist aber unwesentlich, da bei den höchsten Frequenzen dieses Bereiches das Leistungsmaximum sehr flach verläuft und zwischen der erreichbaren Leistung und der Maximalleistung kein wesentlicher Unterschied besteht. Außerdem kann man diese Frequenzen der Bereichüberlappung wegen auch im Bereich 850 ... 2750 MHz einstellen. In diesem Bereich ist die genaue Katodenkreisabstimmung gewährleistet.

Soll die Frequenz des SLRD auf die Resonanzfrequenz des Verbrauchers eingestellt werden, so ist das mit der motorischen Abstimmung nicht immer genügend fein möglich. Für solche kleinen Frequenzänderungen ist der Kurbelknopf **17** vorgesehen. An diesem Knopf befindet sich eine von 0 ... 270 linear geteilte Skala. Sie dient jedoch nur als Merkskala; definierte Frequenzänderungen kann man an ihr nicht ablesen.

4.3. Rückheizungsausgleich

Um der Röhre des UHF-Oszillators eine möglichst lange Lebensdauer zu sichern, muß man ihre Heizspannung der eingestellten Frequenz und Anodenspannung anpassen. Dies geschieht mit dem Schalter **15** „Rückheizungsausgleich".

Wie im Abschnitt 3.4. bereits empfohlen, muß dieser Schalter **15** beim Einschalten des Gerätes auf „0–1000/400 MHz" eingestellt sein, der Schalter **16** „Anodenspannung" muß auf „600 V" stehen. Auf eine der anderen Stufen von **15** soll man erst dann übergehen, wenn die Frequenzeinstellung vorgenommen und der Oszillator etwa eine halbe Minute in Betrieb ist. Damit der Schalter **15** der gewählten Anodenspannung und Frequenz entsprechend richtig eingestellt wird, sind die Spannungs- und Frequenzwerte rot und grau beschriftet. Die roten Frequenzwerte gehören zur Anodenspannung „1000 V". Für eine an **13** eingestellte Frequenz von beispielsweise 1200 MHz und die Anodenspannung „1000 V" ist also **15** in die Stellung „1500/1000 – 2000/1500" zu bringen, für „600 V" dagegen in die Stellung „1000/400 – 1500/1000".

Falls die Schwingungen des UHF-Oszillators aus irgend einem Grunde abreißen oder wenn die „Sicherung der Ausgangsspannung" angesprochen hat, so muß vor dem Eindrücken des Knopfes **18** die auslösende Ursache behoben werden.

4.4. Sicherung der Ausgangsspannung

Diese Einrichtung schützt die UHF-Oszillatorröhre, die Diode des Ausgangsleistungsmessers und den Verbraucher. Sie schaltet die Ausgangsspannung ab:

a) wenn die Ausgangsleistung den am Schalter **19** „Ansprechwert" eingestellten Wert „0,5 W" oder „50 W" überschreitet.

b) wenn der zulässige Höchstwert $I_K \approx 125$ mA des Katodenstromes oder der zulässige Höchstwert $I_G \approx 50$ mA des Gitterstromes überschritten wird. Sicherheitshalber ist der Überlastungsschutz so eingestellt, daß er bereits kurz vor dem Erreichen der Höchstwerte abschaltet.

Zur Anzeige des Gitterstromes I_G dient das Instrument **2**, zur Anzeige des Anodenstromes I_A das Instrument **3**.

Hat die Sicherungseinrichtung der Ausgangsspannung ausgelöst, was durch das Aufleuchten des im Knopf **18** eingebauten Lämpchens angezeigt wird, so soll sie nach evtl. nötiger Beseitigung der Ursachen für die Auslösung durch Drücken des Knopfes **18** möglichst rasch wieder eingeschaltet werden, da sonst wegen teilweiser Abkühlung der Röhre des UHF-Oszillators für einige Zeit größere Frequenzdrift eintritt. Der Teiler **1** ist vorher auf eine kleinere Leistung zurückzudrehen.

4.5. Einstellen und Messen der Ausgangsleistung

4.5.1. Leistungen zwischen etwa 0,01 und 0,5 W
(0,77 . . . 5,5 V an 60 Ω, 0,71 . . . 5 V an 50 Ω)

Leistungen dieser Größenordnung werden vom Instrument **5** in den beiden mit dem Schalter **4** wählbaren Bereichen 0,05 W und 0,5 W unmittelbar angezeigt. Den Schalter **19** „Ansprechwert" stellt man auf „0,5 W", den Schalter **16** „Anodenspannung" auf „600 V". Die Einstellung des Schalters **15** „Rückheizungsausgleich" richtet sich nach der gewählten Frequenz. Er wird also z. B. für 1800 MHz auf die Stufe „1500/1000 – 2000 1500" gestellt. Zur Einstellung der gewünschten Ausgangsleistung dient **1**. Wie schon im Abschnitt 4.1. erwähnt, zeigt das Instrument die Leistung nur dann richtig an, wenn der Wellenwiderstand des Verbindungskabels und der des Verbrauchers gleich dem Wellenwiderstand des SLRD-Ausgangs sind.

4.5.2. Leistungen über 0,5 W
(5,5 . . . 45 V an 60 Ω, 5 . . . 30 V an 50 Ω)

Der Schalter **19** „Ansprechwert" wird auf „50 W" gestellt. Die Einstellung des Schalters **16** „Anodenspannung" richtet sich nach der verlangten Ausgangsleistung, die des Schalters **15** „Rückheizungsausgleich" nach der Anodenspannung und Frequenz.

Die größte erreichbare Ausgangsleistung in Abhängigkeit von der Frequenz hat etwa folgenden Verlauf:

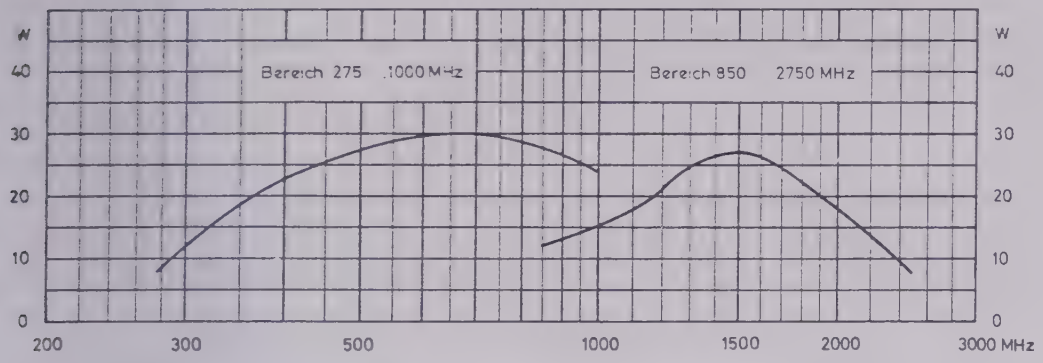


Bild 2. Erreichbare Ausgangsleistung in Abhängigkeit von der Frequenz

Beim Einstellen einer großen Leistung empfiehlt es sich, in folgender Reihenfolge vorzugehen:

a) Teiler **1** auf etwa 0 dB stellen.

b) Verbraucher an **12** anschließen.

c) Schalter **16** „Anodenspannung" zunächst auf „600 V" stellen.

d) Schalter **19** „Ansprechwert" auf „50 W".

e) Bereichschalter **4** auf „50 W".

f) Frequenz und Rückheizungsausgleich nach 4.2. und 4.3. einstellen.

g) Teiler **1** im Bereich der roten Merkskala für optimale Leistung einstellen.

h) Schalter **16** „Anodenspannung" auf „1000 V" umschalten.

i) „Katodennachstimmung" **8** korrigieren, bis das Instrument **5** eine Leistung anzeigt, die etwas über dem Leistungsbedarf, aber noch unter dem Punkt der Auslösung der Ausgangsspannungs-Sicherung **18** liegt. Unter Umständen kann dabei die Gitterstromanzeige durch Gitteremission negative Werte ergeben, die jedoch für die Funktion des Gerätes ohne Bedeutung sind.

j) Einstellung des Teilers **1** nun dem Leistungsbedarf anpassen. Dabei stets beobachten, ob I_A und I_G die zulässigen Höchstwerte nicht überschreiten.

k) Da die Einstellung des Teilers gewisse Rückwirkungen auf die Katodenkreisabstimmung hat, ist es bei großer geforderter Leistung zweckmäßig, die Katoden-

kreisabstimmung und die Ausgangsteilerstellung mehrmals wechselseitig zu korrigieren, bis ein Optimum erreicht ist.

Wechselseitige Einstellkorrekturen können auch beim Übergang von einer niedrigen zu einer hohen Frequenz notwendig werden. Dabei erfolgt ein Nachlaufen von I_A, I_G und N_a, das erst zur Ruhe kommt, wenn sich das thermische Gleichgewicht der Oszillatorröhre wieder eingestellt hat.

Um bei 275 MHz die erforderliche Leistung zu erreichen, ist der UHF-Oszillator stark rückgekoppelt. Hierdurch entsteht im Bereich zwischen 700 und 1000 MHz ein hoher Gitterstrom. Bei diesen Frequenzen muß die Katodenabstimmung so weit verschoben werden, daß der Gitterstrom die zulässige Grenze von 40 mA nicht überschreitet.

Die Lebensdauer der UHF-Oszillatorröhre 2 C 39 BA ist weitgehend von der verwendeten Anodenspannung abhängig. Es ist daher ratsam, die „1000 V"-Stellung des Schalters **16** nur zu benutzen, wenn eine Leistung verlangt wird, die in der „600 V"-Stellung nicht mehr zu erreichen ist und auch nur solange, wie diese Leistung wirklich gebraucht wird.

4.5.3. Leistungen unter etwa 0,01 W (0 . . . 0,77 V an 60 Ω, 0 . . . 0,71 V an 50 Ω)

Der Schalter **19** „Ansprechwert" wird auf „0,5 W" und der Schalter **16** „Anodenspannung" auf „600 V" gestellt. Die Einstellung des Schalters **15** „Rückheizungsausgleich" richtet sich wieder nach der gewählten Frequenz. Für diesen Leistungsbereich gilt vorwiegend die von 0 . . . – 80 dB geeichte Skala des Teilers **1**. Diese schwarze Skala hat eine Relativeichung. Sie gestattet zwar das Einstellen oder Ablesen einer definierten Pegeländerung, das Ablesen eines absoluten Leistungspegels ist aber nicht unmittelbar möglich. Man kann aber, da das Instrument **5** bei Teilerstellung 0 dB noch einen gut ablesbaren Ausschlag zeigt, einen bestimmten Instrumentausschlag als Bezugspunkt wählen und von diesem ausgehend auch sehr kleine absolute Leistungspegel herstellen. Dabei ist folgendermaßen zu verfahren:

a) Man stellt am Teiler **1** einen dB-Wert $-a_1$ ein, der zwischen 0 dB und etwa –10 dB liegt und bei dem das Instrument **5** einen noch gut ablesbaren Ausschlag N_1 anzeigt.

b) Dann errechnet man die dB-Änderung Δa, die notwendig ist, um die gewünschte kleinere Leistung N_2 herzustellen. Die Änderung ist

$$\Delta a = 10 \cdot \log \frac{N_2}{N_1}$$

c) Für N_2 ist dann der dB-Wert

$$a_2 = -a_1 - \Delta a$$

einzustellen.

Ein Beispiel: Gefordert ist die Ausgangsleistung $N_2 = 1{,}5 \cdot 10^{-6}$ W.

a) Bei der Einstellung des Teilers auf $a_1 = -2$ dB zeige das Instrument den Ausschlag $N_1 = 50\ \text{mW} = 5 \cdot 10^{-2}$ W.

b) Die notwendige dB-Änderung ist

$$\Delta a = 10 \cdot \log \frac{1{,}5 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-2}} = 45{,}2\ \text{dB}$$

c) Für $N_2 = 1{,}5 \cdot 10^{-6}$ W ist also der dB-Wert

$$\Delta a_2 = -2 - 45{,}2 = -47{,}2\ \text{dB}$$

einzustellen.

Verständlicherweise gilt die so berechnete Einstellung a_2 nur für die Frequenz, auf die sich die Bezugspunktleistung N_1 bezieht, da die Ausgangsleistung ja frequenzabhängig ist. Nach dem Ändern der Frequenz muß man sich also zunächst überzeugen, ob dem dB-Wert $-a_1$ die Bezugspunktleistung N_1 noch entspricht oder ob sie sich verändert hat.

Sehr kleine definierte Leistungen bzw. Spannungen kann man aber auch herstellen, indem man zwischen SLRD-Ausgang und Verbraucher einige Dämpfungsglieder einschaltet, beispielsweise die im Abschnitt 4.1. aufgeführten UHF-Belastungswiderstände Type RBD. Für diesen Verwendungszweck sind aber auch die weniger belastbaren UHF-Dämpfungsglieder Type DPF geeignet. Es stehen folgende Ausführungen zur Verfügung:

Type	Bestell-Nr.	Z	Dämpfung	Belastbarkeit	f ≤
DPF	18060 50 18060 60	50 Ω 60 Ω	5 dB	0,5 Watt	4000 MHz
	18061 50 18061 60	50 Ω 60 Ω	10 dB		
	18062 50 18062 60	50 Ω 60 Ω	20 dB		

Noch bequemer, besonders zur Herstellung sehr kleiner Spannungen, ist die Anwendung der UHF-Eichleitung Type DPU BN 18044.50 oder .60 mit einer in Stufen zu 1 dB regelbaren Dämpfung bis 109 dB, Frequenzbereich 0 ... 3000 MHz.

Die Herstellung sehr kleiner Spannungen am Verbraucher, ob nun durch den im SLRD eingebauten Teiler oder mit Hilfe äußerer Dämpfungsglieder, ist allerdings nur dann zuverlässig möglich, wenn der Verbraucher entsprechend gut geschirmt ist; denn der SLRD ist ja in erster Linie ein Leistungs-Meßsender und verfügt nicht über eine so gute Abschirmung wie ein Empfänger-Meßsender. Es muß also gewährleistet sein, daß die UHF-Energie nur durch das Verbindungskabel in den Verbraucher gelangen kann und nicht auch auf einem anderen Wege.

4.5.4. Beeinflussung der Leistungsanzeige durch Oberwellen

Die Meßanordnung am Ausgang des SLRD hat außerhalb des Nennfrequenzbereiches eine Resonanzstelle bei etwa 3000 MHz. Dadurch kann sich bei Frequenzen, deren Oberwellen in diese Resonanzstelle fallen, ein zusätzlicher Anzeigefehler ergeben. Wenn auf optimale Genauigkeit der Leistungsanzeige Wert gelegt wird, muß der Katodenkreis in Richtung niedriger Frequenzen verstimmt werden, wobei sich ein kleinerer Gitterstrom einstellt. Dadurch wird der Oberwellengehalt so weit herabgesetzt, daß die unter „1. Eigenschaften" für die Leistungsanzeige genannten Fehlergrenzen eingehalten werden.

4.6. Modulation

Bringt man den Schalter **16** in die Stellung „Modulation 1 kHz AM Rechteck", dann ist die Ausgangsspannung mit 1000 Hz und 100% Modulationsgrad rechteckförmig moduliert. Hierbei beträgt die Anodenspannung etwa 600 V. Zur Messung der modulierten Ausgangsleistung ist der eingebaute Leistungsanzeiger nicht geeignet; denn dieses als Spitzengleichrichter geschaltete und in Watt geeichte Diodenvoltmeter kann die rechteckförmige Ausgangsspannung nicht richtig anzeigen. Zur genauen Messung der modulierten Ausgangsleistung benötigt man einen Effektivwertmesser, so zum Beispiel den Thermischen Leistungsmesser Type NRD. Wir liefern folgende Ausführungen:

Type	Bestell-Nr.	Z	Leistungs-meßbereich	Frequenz-bereich
NRD	2413/50 2413/60	50 Ω 60 Ω	0,1 ... 10 mW	0 ... 4500 MHz
	2412/50 2412/60	50 Ω 60 Ω	1 ... 200 mW	0 ... 3200 MHz

Zur Erweiterung des Meßbereiches bis zu 20 Watt liefern wir die UHF-Belastungswiderstände Type RBD, BN 33663 50 für Z = 50 Ω, BN 33663/60 für Z = 60 Ω. Kleine Leistungen, die der NRD nicht mehr erfaßt, kann man nach dem unter 4.5.3. vorgeschlagenen Verfahren genau messen, wobei zur Festlegung der Bezugspunktleistung der Thermische Leistungsmesser angeschlossen wird.

5. Wirkungsweise (siehe Stromlauf Seite 63)

5.1. Übersicht

Der UHF-Oszillator mit Rö1 erzeugt die UHF-Leistung. Seine Abstimmung erfolgt motorisch durch Mo2 und Mo3. Diese beiden Motoren werden durch Drücken auf die Hebelschalter S5 und S4 in Betrieb gesetzt. Die Richtung des Druckes, nach links oder rechts, bestimmt die Bewegungsrichtung des Skalenzeigers. Zwischen dem UHF-Oszillator und dem zum Ausgang führenden Kabel K1 befindet sich eine Auskoppelschleife, die in ihrem Rohr so verschoben werden kann, daß sich die Ausgangsspannung bis hinab zu sehr kleinen Werten stetig regeln läßt. Das Diodenvoltmeter, bestehend aus der am Ausgang liegenden Meßdiode Rö2, der Kompensationsdiode Rö19 und dem Drehspulinstrument J1, zeigt Leistungen über etwa 0,01 Watt unmittelbar an. Zum Schutz des UHF-Oszillators und des angeschlossenen Verbrauchers sind das Thyratron Rö5 und die sechs Relais RsA ... RsF bestimmt. Diese Röhre zündet sowohl bei zu hoher Ausgangsleistung als auch bei zu hohem Anoden- oder Gitterstrom der Röhre Rö1 und setzt dabei den UHF-Oszillator außer Betrieb.

Zur Heizspannungsstabilisierung von Rö1, Rö2 und Rö19 dienen eine Brückenschaltung an Tr3 mit der Regellampe Rl3 und der zweistufige Verstärker mit Rö3–Rö4–Tr2. Durch die Röhren Rö7–Rö8–Rö9–Rö10 wird die Gitterspannung von Rö1 stabilisiert. Die Röhren Rö11–Rö12–Rö13–Rö14 stabilisieren bzw. liefern die Anodenspannung für Rö1 und Rö15–Rö16. Die Heizspannung von Rö1 ist außerdem mit S12I–S12II stufenweise umschaltbar, damit sie dem von der Anodenspannung und Frequenz abhängigen Rückheizungseffekt entsprechend herabgesetzt werden kann.

Zur 100%igen und rechteckförmigen Amplitudenmodulation der Ausgangsspannung erzeugt der Multivibrator Rö18I–Rö18II eine 1000-Hz-Spannung, die über Rö16 die Schaltröhre Rö15 steuert. Diese Röhre liegt, wenn S13 auf „Modulation" gestellt ist, gleichstrommäßig mit Rö1 in Reihe und bewirkt so eine periodische Unterbrechung der Anodenspannung von Rö1.

5.2. UHF-Oszillator und Ausgangsspannungsteiler

Der UHF-Oszillator Rö1, mit der luftgekühlten Scheibentriode 2 C 39 BA, arbeitet in Gitterbasisschaltung. Anoden- und Katodenkreis sind Koaxialkreise in $^1/_4$-λ-Abstimmung für den Bereich 275 ... 1000 MHz und in $^3/_4$-λ-Abstimmung für den Bereich 850 ... 2750 MHz. Die Wahl der Oszillationsart und damit des Frequenzbereiches erfolgt durch Umschalten der Rückkopplungsweise, die im Bereich 275 ... 1000 MHz kapazitiv und im Bereich 850 ... 2750 MHz induktiv ist. Nach dem Umschalten des Frequenzbereiches sind im Fenster der Frontplatte nur die beiden zum eingeschalteten Bereich gehörenden Skalen sichtbar. Dadurch wird das Ablesen der Skalen erleichtert.

Das stetige Verändern der Frequenz erfolgt durch Verschieben je eines Kontakt-Kurzschlußkolbens im Anoden- und Katodenkreis. Jeder Kolben wird von einem eigenen Motor bewegt: der des Anodenkreises von Mo3, der des Katodenkreises von Mo2. Zum Einschalten und gleichzeitig zur Bestimmung der Laufrichtung dienen an der Frontplatte die Kippschalter S4 und S5. Jeder Motor verfügt über eine Wirbelstrombremse, damit sich nach dem Ausschalten eine kurze Auslaufzeit ergibt. Außerdem sind die vier Schalter S6I–S6II–S7I–S7II vorgesehen, die die Motoren selbsttätig abschalten, wenn die Kolben ihre Endstellungen erreicht haben.

Zum Abstimmen der Frequenz des SLRD auf die Resonanzfrequenz eines schmalbandigen Verbrauchers ist die motorische Bewegung des Anodenkreis-Kolbens weniger geeignet. Die dabei erforderlichen kleinen Veränderungen der Frequenz ermöglicht eine Glimmerplatte, die sich im Raum des Anodenkreises mehr oder weniger weit dreht. Die Glimmerplatte kann mit dem an der Frontplatte bedienbaren Kurbelknopf „Feinabstimmung" bewegt werden. So läßt sich die Feldverteilung im Anodenkreis sehr fein beeinflussen und damit die Frequenz auch um sehr kleine Beträge stetig verändern. Der Kurbelknopf trägt eine von 0 ... 270 geteilte Skala.

Die Auskopplung der UHF-Energie erfolgt induktiv durch eine Schleife im Kolben des Anodenkreises. Die Eintauchtiefe der Schleife ist mit dem an der Frontplatte links oben bedienbaren Kurbelknopf veränderbar. Diese Anordnung bildet einen stetig regelbaren Spannungsteiler, mit dem die Ausgangsleistung an 50 Ω oder 60 Ω vom erreichbaren Höchstwert ($\approx$ 20 W) bis hinunter auf einen Betrag von etwa $1 \cdot 10^{-10}$ W einstellbar ist. Innerhalb dieses Gesamtbereiches sind zwei Teilbereiche zu unterscheiden: Solange die Kopplung zwischen Oszillator und Schleife genügend lose ist, ist der Teilungsverlauf logarithmisch. Dieser Teilbereich ist an der Skala des Kurbelknopfes durch eine von 0 ... –80 dB geeichte Teilung gekennzeichnet. Der zweite Teilbereich ist

der bei festerer Kopplung. Hierbei ist der logarithmische Teilungsverlauf nicht mehr gegeben. Diesem Teilbereich ist zwar die von 0 ... 35 linear geteilte Skala zugeordnet, eine bestimmte Drehung des Knopfes ist aber kein Maß für eine bestimmte Änderung der Ausgangsleistung. Diese Skala ist nur als Hilfsmittel anzusehen. Maßgeblich für die Leistungsänderung bzw. für die jeweilige Ausgangsleistung ist der vom Diodenvoltmeter angezeigte Betrag.

5.3. Ausgangsleistungs-Anzeiger

Der eingebaute Ausgangsleistungs-Anzeiger ist ein Kompensations-Diodenvoltmeter mit vier Anzeigebereichen. Meßdiode (Gleichrichter der UHF-Spannung) ist Rö2, Anzeigeinstrument ist der Drehspulstrommesser J1. Der im jeweiligen Meßbereich durch das Instrument fließende Anlaufstrom der Diode Rö2 wird durch einen gleich großen entgegengesetzt fließenden Strom, den Anlaufstrom der Diode Rö19, kompensiert. Solange also an Rö2 keine UHF-Spannung liegt, ist das Instrument in jedem Meßbereich stromlos. Zum Einstellen des Kompensationsstromes dient der für alle vier Bereiche gemeinsame Regler R7. Er ist an der Frontplatte bedienbar und mit „El. 0" bezeichnet. Das Diodenvoltmeter ist seiner Schaltung nach ein Spitzenspannungsmesser; seine vier Skalen sind aber in Watt geeicht. Die Eichung bezieht sich auf U^2/R, wobei R der am Ausgang angeschlossene Verbraucherwiderstand ist. Je nach Geräteausführung (BN 41004/50 oder BN 41004/60) gilt die Anzeige also nur für 50 Ω oder 60 Ω Außenwiderstand.

5.4. Überlastungsschutz

Zum Schutz der UHF-Oszillatorröhre Rö1 und des angeschlossenen Verbrauchers enthält das Gerät einen auf drei Größen ansprechenden Überlastungsschutz, der die Anoden- und Gitterspannung von Rö1 abschaltet. Die Abschaltung findet statt, wenn a) die Ausgangsspannung, b) der Katodenstrom und c) der Gitterstrom einen bestimmten voreingestellten Wert überschreiten. Dieser Überlastungsschutz besteht aus dem Thyratron Rö5, den Relais RsA ... RsF und den dazugehörigen Schaltelementen.

Als Steuerspannung für Rö5 zum Abschalten bei zu hoher Ausgangsspannung wirkt die zwischen Rö2-Katode und Masse auftretende Richtspannung, also die Spannung des Diodenvoltmeters. Damit die Zündung des Thyratrons wahlweise bei der kleinen Ausgangsleistung von 0,5 W oder bei der großen Ausgangsleistung von 50 W einsetzt, sind der Spannungsteiler R32 ÷ R33 und der über den Relaiskontakt cII und R31 am Gitter von Rö5 liegende Umschalter S9 vorgesehen. An R32 wird die Spannung für 0,5 W Ansprechwert abgegriffen, an R33 die für 50 W. Je weiter der Abgriff

z. B. von R33 in Richtung Masse verschoben ist, desto höher muß die Ausgangsspannung ansteigen, um an das Gitter von Rö5 die zur Zündung nötige Spannung zu bringen. Ist die Ausgangsspannung nun so weit angestiegen, daß an dem Abgriff von R32 (Ansprechwert = 0,5 W) oder an dem von R33 (Ansprechwert = 50 W) die Zündspannung entsteht, so zieht das im Anodenkreis von Rö5 liegende Relais RsC an. Dadurch werden über die Relais RsA, RsB und RsF die Anoden- und Gitterspannung von Rö1 abgeschaltet.

Die Abschaltung bei zu hohem Katodenstrom bewirkt das in der Katodenleitung von Rö1 liegende Relais RsD, die Abschaltung bei zu hohem Gitterstrom das in der Gitterleitung liegende Relais RsE. Dabei wird der Kontakt d' oder e' geschlossen, das Gitter von Rö5 auf Katodenpotential gelegt und so die Zündung ausgelöst. Hierbei spricht wieder RsC an und bewirkt wie vorher die Abschaltung der Anoden- und Gitterspannung von Rö1. Die Voreinstellung der Ansprechwerte $I_K \approx 110$ mA und $I_G \approx 40$ mA ist mit den Regelwiderständen R112 und R114, die den Relais RsD und RsE parallelliegen, vorgenommen.

Nach dem Zünden des Thyratrons brennt das im Druckknopf des Schalters S8 eingesetzte Lämpchen Rl2. Es zeigt an, daß der UHF-Oszillator außer Betrieb ist. Um den Oszillator wieder in Betrieb zu setzen, muß man den an der Frontplatte mit „Sicherung der Ausgangsspannung" bezeichneten Schalter S8 drücken. Hierdurch werden Rö5 gelöscht und die Relais in den Betriebszustand zurückgebracht. Das ist natürlich nur möglich, wenn vorher die auslösende Ursache beseitigt worden ist. Andernfalls würde der Überlastungsschutz sofort wieder ansprechen. Mit den Instrumenten J2 und J3 kann man den Anoden- und Gitterstrom der Röhre Rö1 überwachen.

5.5. Modulationseinrichtung

Zur Rechteck-Modulation der UHF-Ausgangsspannung wird über die Schalter S13III und S13IV in die Anodenleitung der Oszillatorröhre Rö1 die Leistungspentode Rö15 eingeschaltet und deren Innenwiderstand so gesteuert, daß der Oszillator entweder voll schwingt oder ganz aussetzt. Die Röhre Rö15 und die Steuerröhre Rö16 mit Glimmstabilisator Rö17 bilden eine Schaltanordnung, wie man sie üblicherweise zur Stabilisierung einer Anodenspannung verwendet. Hier wird aber dem Steuergitter von R16 eine rechteckförmige Wechselspannung zugeführt, wodurch der Innenwiderstand von Rö15 entweder sehr klein oder sehr groß wird. Dadurch wird die Anodenspannung des UHF-Oszillators periodisch und sprunghaft unterbrochen. Zur Erzeugung dieser rechteckförmigen Steuerspannung für Rö16 dient der Multivibrator mit der Doppeltriode Rö18I – Rö18II und der Grundfrequenz von 1000 Hz.

5.6. Stromversorgung

Um die gute Frequenzkonstanz des SLRD zu erreichen und zu halten, ist nicht nur der mechanische Aufbau des UHF-Oszillators nach den neuesten Erkenntnissen der Präzisions-Feinwerktechnik ausgeführt, sondern es sind auch sämtliche Betriebsspannungen des UHF-Oszillators sehr gut stabilisiert. Damit ist die gute Frequenzkonstanz für eine lange Betriebsdauer gesichert. Um eine gute Konstanz des eingebauten Leistungsanzeigers zu gewährleisten, sind außerdem auch die Heizspannungen der beiden Dioden stabilisiert.

5.6.1. Anodenspannung für Rö1

Die Wechselspannung zur Erzeugung dieser Anodenspannung wird am Netztransformator Tr1 wahlweise der Wicklung 9 – 11 (für $U_A = 600$ V) oder der Wicklung 9 – 12 (für $U_A = 1000$ V) entnommen und durch Gl5 gleichgerichtet. Dieser Gleichrichter besteht, wie im Stromlauf links dargestellt, aus fünf normalen Gleichrichtern für 720 V 100 mA. Zur Stabilisierung dienen die Röhren Rö11, Rö12, Rö13 und der Glimmstabilisator Rö14. Hiervon sind Rö11 und Rö12 zwei parallelgeschaltete Leistungspentoden, die vom gesamten Anodenstrom des Verbrauchers Rö1 durchflossen werden. Rö13 dient zur Verstärkung der am Verbraucher auftretenden Spannungsschwankungen und Rö14 sorgt für die Aufrechterhaltung einer bestimmten Vergleichsspannung (Grundgittervorspannung von Rö13).

Sinkt die Netzspannung, dann sinkt zunächst auch die Verbraucherspannung und damit die an R70 abgegriffene Gitterspannung von Rö13. Dabei werden der Anodenstrom von Rö13 niedriger und der Spannungsabfall am Anodenwiderstand R63 kleiner. Dadurch sinken die negative Gitterspannung und der Innenwiderstand von Rö11–Rö12 in dem Maße ab, daß die Verbraucherspannung auf den ursprünglichen Betrag ansteigt. Bei einer Netzspannungsänderung von –15 ... +10% beträgt die Änderung der Verbraucherspannung nur ±0,1%.

5.6.2. Gitterspannung für Rö1

Die Wechselspannung ist an Tr1 der Wicklung 21 – 22 entnommen; sie wird durch Gl1 gleichgerichtet. Zur Siebung dienen L5 – C13 und zur Stabilisierung Rö7–Rö8–Rö9–Rö10. Diese Stabilisierungsschaltung arbeitet grundsätzlich gleichartig wie die mit den Röhren Rö11 ... Rö14, nur daß hier wegen des kleineren Verbraucherstromes nur eine Reihen-Röhre, Rö7, verwendet ist.

5.6.3. Heizspannung für Rö1, Rö2 und Rö19

Bild 3 zeigt die vereinfachte Schaltung zur Stabilisierung der Heizspannung für die UHF-Oszillatorröhre Rö1, die Meßdiode Rö2 und die Kompensationsdiode Rö19. Aus der Wicklung 19 – 20 des Netztransformators Tr1 wird die Reihenschaltung aus Primärwicklung ge-sw von Tr4 und Sekundärwicklung 4 – 5 von Tr2 gespeist. Denkt man sich den strichpunktiert eingerahmten Teil der Schaltung zunächst weg, so erhalten die drei Röhren Rö1–Rö2–Rö19 aus der Sekundärwicklung von Tr4 eine mit der Netzspannung schwankende Heizspannung. Durch die strichpunktiert eingerahmte Schaltung wird aber in die Sekundärwicklung 4 – 5 des Übertragers Tr2 eine der Netzspannungsschwankung proportionale Zusatzspannung so eingespeist, daß die von Tr4 abgegebene Heizspannung konstant bleibt.

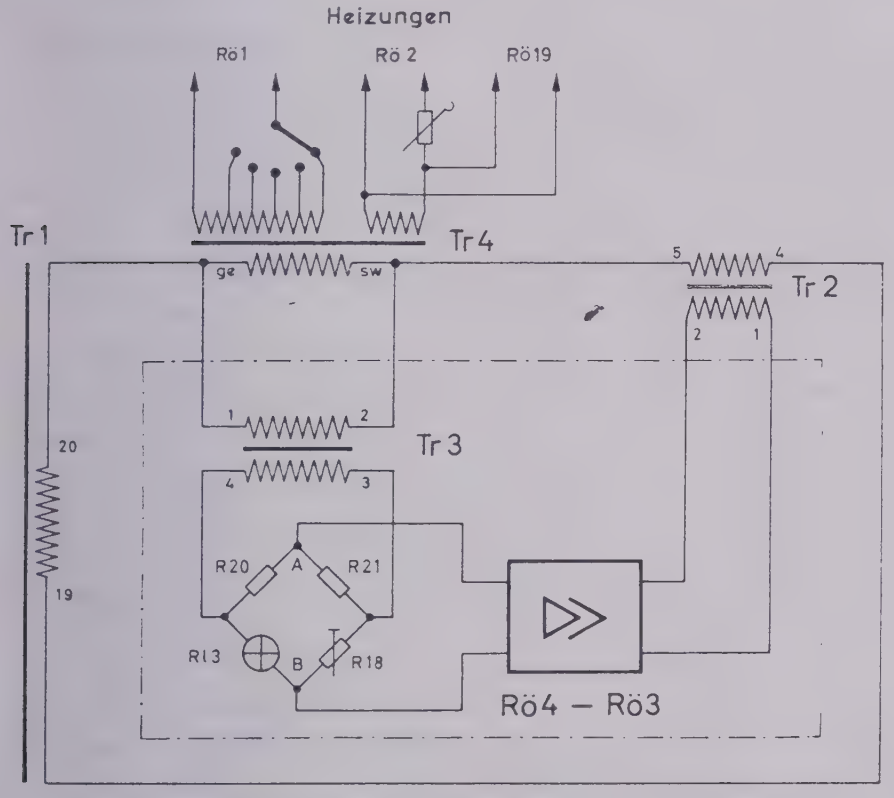


Bild 3. Vereinfachte Schaltung zur Stabilisierung der Heizspannungen für Rö1, Rö2 und Rö19

Diese Schaltung arbeitet folgendermaßen: Der an der Primärwicklung ge-sw von Tr4 angeschlossene Übertrager Tr3 speist aus seiner Sekundärwicklung 3 – 4 eine Brücke, die aus den drei spannungsunabhängigen Widerständen R18–R21–R20 und dem spannungsabhängigen Widerstand des Glühlämpchens Rl3 besteht. Die Brücke ist bei Netz-

Nennspannung abgeglichen; das heißt, R18 ist so eingestellt, daß die Diagonalspannung gleich Null ist. Sinkt nun die Netzspannung, so verkleinert sich der Widerstand von Rl3. Dabei kommt die Brücke aus dem Gleichgewicht und liefert an ihrer Diagonale A – B eine dem Netzspannungsrückgang entsprechende Spannung, die durch den zweistufigen Verstärker Rö4–Rö3 verstärkt wird. Die verstärkte Spannung wird nun in die Wicklung 4 – 5 des Übertragers Tr2 so eingespeist, daß sie sich zur bestehenden Spannung addiert und der an Tr4 aufgetretene Spannungsrückgang kompensiert wird. Steigt dagegen die Netzspannung, so vergrößert sich der Widerstand von Rl3. Hierbei entsteht wiederum eine der Spannungsänderung entsprechende Diagonalspannung, die aber um 180° phasenverschoben ist. In der Wicklung 4 – 5 des Übertraders Tr2 ergibt sich so eine Subtraktion der Spannungen in dem Maße, daß die von Tr4 abgegebene Heizspannung dem Netzspannungsanstieg entsprechend zurückgeht.

5.6.4. Rückheizungsausgleich

Mit zunehmender Frequenz tritt eine Rückheizung der Katode durch HF-Energie auf. Dadurch wird die Katode heißer, als es der eingespeisten Heizleistung entspricht. Da diese Eigenschaft eine Verkürzung der Röhren-Lebensdauer zur Folge hat, ist die Sekundärwicklung des Übertragers Tr4 mit Anzapfungen versehen, damit die Heizspannung von Rö1 mit zunehmender Frequenz entsprechend herabgesetzt werden kann. Der hierzu bestimmte Umschalter ST2 ist an der Frontplatte mit „Rückheizungsausgleich" bezeichnet. Außerdem ist angegeben, welche Schaltstellung (Heizspannung) bei der jeweiligen Anodenspannung (600 V oder 1000 V) und Frequenz gewählt werden soll. Da der Übertrager Tr4 durch das Zurückschalten der entnommenen Heizspannung weniger belastet wird, steigen seine Sekundärspannungen etwas an. Damit sich dieser Spannungsanstieg nicht auf die Diode des Leistungsanzeigers auswirken kann, wird zwischen der Sekundärwicklung 1 – 2 und der Heizleitung einer der Vorwiderstände R116 – R119 eingeschaltet.

6. Röhren- und Sicherungswechsel

(Vorsicht Hochspannung! Netzstecker ziehen!)

Folgende Röhren (nach Schaltteilliste und Stromlauf) kann man ohne weiteres durch typengleiche Exemplare ersetzen:

Rö3 EL 84	Rö10 150 C 2	Rö15 PL 81
Rö4 EF 80	Rö11 EL 34	Rö16 PL 81
Rö7 EL 86	Rö12 EL 34	Rö17 90 C 1
Rö8 EF 80	Rö13 PL 81	Rö18 ECC 81
Rö9 85 A 2	Rö14 150 B 2	Rö19 EA 50

Röhre Rö1 2 C 39 BA

Diese Röhre befindet sich unter dem Deckel des UHF-Oszillators. Sie kann mit dem Röhrenzieher, der dem Gerät beigegeben (über dem UHF-Oszillator befestigt) ist, aus ihrer Fassung gezogen werden.

Röhre Rö2 R&S-Sach-Nr. 41004 – 2.20 (EA 52 G 54) oder **1080 – 3.20**

Es handelt sich um eine Valvo-Röhre EA 52 G 54, die für diesen Verwendungszweck nach R&S-Zeichnungs-Nr. 41004 – 2.20 ausgesucht worden ist. Es wird gefordert, daß diese Diode im kalten Zustand eine Anoden Katoden-Kapazität von $< 0{,}27$ pF aufweist. Zur Messung dieser kleinen Kapazität kann zum Beispiel der Durchgriffs-Kapazitätsmesser Type KKH verwendet werden. Im Bedarfsfall liefert R&S eine ausgesuchte Ersatzröhre.

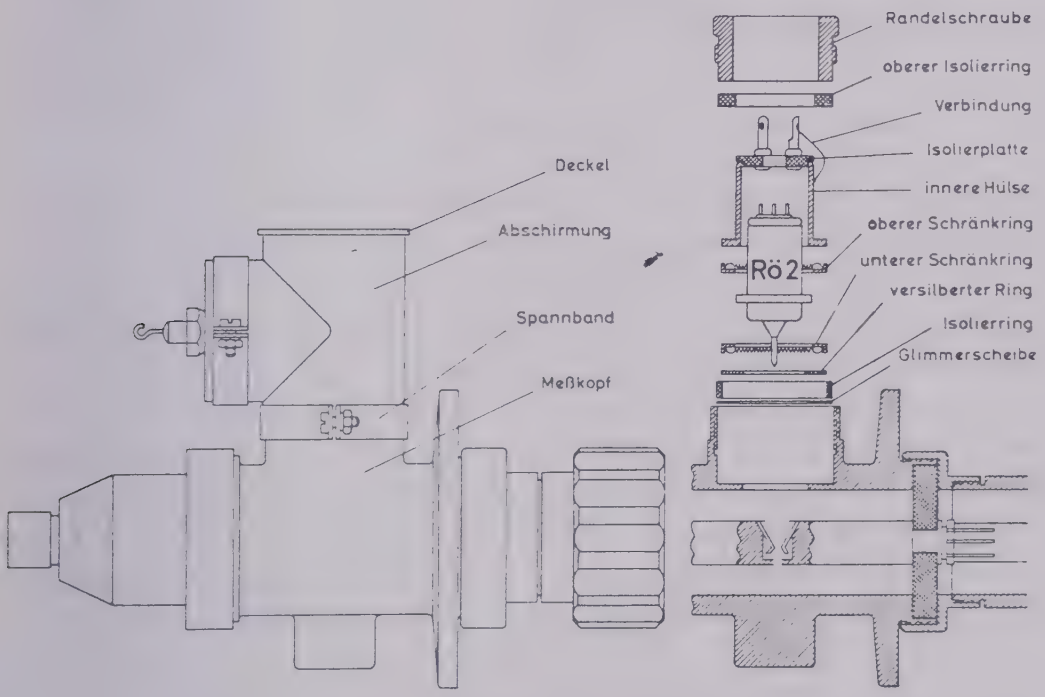


Bild 4. Zum Vorgang beim Auswechseln der Diode Rö2

Diese Diode befindet sich im Meßkopf des Ausgangs. Beim Auswechseln geht man folgendermaßen vor. Siehe auch Bild 4.

a) Gerät so aufstellen, daß seine Oberseite auf dem Tisch liegt.

b) Deckel mit der Aufschrift 41004 – 2.20 (EA 52 G 54) abziehen.

c) Beide Heizleitungen ablöten. Dabei merken, welche Leitung an welche Lötöse gehört, damit nach dem Einsetzen der neuen Diode die Verbindungen wieder richtig hergestellt werden können. Das zu beachten ist deshalb wichtig, weil eine der beiden Lötösen auf der runden Isolierplatte durch die innere Hülse mit der Katode der Diode verbunden ist.

d) Spannband lösen und Abschirmung nach oben abziehen.

e) Rändelschraube lösen.

f) Innere Hülse mit Röhre nach oben herausziehen. Dabei geht der obere Isolierring mit heraus.

g) Verbindung zur inneren Hülse ablöten.

h) Lötösen auf der Isolierplatte mit Hilfe eines Lötkolbens erhitzen und dabei die Röhre nach unten herausziehen. Dabei fällt der obere Schränkring heraus. Die übrigen Teile, nämlich die Glimmerscheibe, der Isolierring, der versilberte Ring und der untere Schränkring, bleiben im Meßkopf.

i) Nun kann die neue Diode in umgekehrter Reihenfolge eingesetzt werden.

Nach dem Auswechseln der Röhre empfiehlt es sich, die Eichung des Instrumentes in allen vier Bereichen zu prüfen; denn es ist nicht zu erwarten, daß die neue Diode den gleichen Kennlinienverlauf aufweist. Zunächst stellt man aber nach Abschnitt 3.5. den elektrischen Instrument-Nullpunkt ein. Zur Prüfung der Leistungsanzeige empfehlen wir den im Abschnitt 4.6. genannten Thermischen Leistungsmesser Type NRD oder das UHF-Millivoltmeter Type URV in Verbindung mit einem geeigneten Abschlußwiderstand, der die jeweilige Leistung aufzunehmen vermag. Man beachte, daß das außen angeschlossene Vergleichsgerät den gleichen Wellenwiderstand hat wie der SLRD-Ausgang. Wegen des Frequenzganges arbeite man mit einer Frequenz von rund 1200 MHz. Es ist gleichgültig, welcher der vier Bereiche zuerst geprüft wird. Jeder Bereich hat seinen eigenen Nacheich-Regelwiderstand: zum 0,05-W-Bereich gehört R1, zum 0,5-W-Bereich R2, zum 5-W-Bereich R3 und zum 50-W-Bereich R5.

Röhre Rö5 PL 21

Nach dem Auswechseln dieser Röhre prüfe man, ob der Überlastungsschutz bei 0,5 W und 50 W Ausgangsleistung anspricht. Als Anzeiger kann der eingebaute Leistungsanzeiger dienen. Zuerst prüfe man den Ansprechwert 0,5 W. Zündet Rö5 zu früh oder zu spät, so verändere man die Einstellung des Reglers R32. Die Prüfung des Ansprech-

wertes 50 W führt man bei unbelastetem Ausgang aus. Zugehöriger Regler ist R33. Je weiter die Schleifer dieser zwei Potentiometer in Richtung Masse verdreht werden, desto größer muß die Ausgangsleistung sein, um das Thyratron Rö5 zu zünden.

Sicherungen Si2, Si3 und Si4

Außer der Netzsicherung, deren Auswechseln im Abschnitt 3.1. beschrieben ist, enthält das Gerät noch drei weitere Feinsicherungen:

Si2 = 0,08 A (M 0,08 C DIN 41571) = Schutz der Heizspannungsregeleinrichtung für die Röhren Rö1, Rö2 und Rö19. Fällt Si2 aus, so wird das Gerät wegen fehlender Heizspannungs-Stabilisierung unstabil.

Si3 = 0,08 A (M 0,08 C DIN 41571) = Schutz der Gitterspannungserzeugung für die Oszillatorröhre Rö1. Bei Ausfall von Si3 fehlt die Gitterstromanzeige am Instrument.

Si4 = 0,16 A/1,2 kV (41004 – 3.36) = Schutz der Anodenspannungserzeugung für die Röhre Rö1. Bei Ausfall fehlt die Anodenspannung, auch wenn der Ausgangsspannungs-Sicherungsknopf eingedrückt ist.

Die Schmelzeinsätze Si2, Si3 und Si4 befinden sich in drei Sicherungshaltern an der dem Netztransformator gegenüberliegenden Schmalseite des Einschubes. Der Einschub muß zu einem evtl. Sicherungswechsel aus dem Gerätestahlkasten herausgenommen werden (Netzstecker ziehen, Hochspannung beachten!).

7. Wartung

Der UHF-Leistungs-Meßsender SLRD bedarf keiner laufenden Wartung. Alle umlaufenden Teile enthalten Kugel- oder Sinterlager. Die gleitenden Teile sind mit einem jahrelang wirksamen Gleitmittel versehen. Es genügt, nach einigen Jahren die Lager mit einigen Tropfen Öl zu versehen und die Schneckengetriebe der Spindeln mit guter Vaseline leicht einzufetten. Man achte darauf, daß in die Zylinder der Koaxialkreise kein Öl gelangt.

8. Schaltteilliste

(ÄZ „r" Nr. 11133)

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 1	Klatschkondensator	1500 pF	enth. in 41004 – 1.3
C 2	Rohrkondensator	etwa 40 . . . 50 pF	enth. in 41004 – 1.10
C 3	Koppelkondensator		enth. in 41004 – 1
C 4	Koppelkondensator		enth. in 41004 – 1
C 5	Klatschkondensator	etwa 200 pF	enth. in 41004 – 2
C 6	Elektrolyt-Kondensator	100 µF/100 V	CED 21 100 100
C 7	Papier-Kondensator	100 000 pF 250 V	CPK 58004 n 100
C 8	MP-Motorkondensator	3 µF 320 V	CMM 3 320 1
C 9	MP-Motorkondensator	3 µF 320 V	CMM 3 320 1
C 10	Elektrolyt-Kondensator	100 µF/100 V	CED 21 100 100
C 11	Elektrolyt-Kondensator	100 µF/100 V	CED 21 100 100
C 12 C 13	MP-Kondensator	16 µF/350 V 16 µF 350 V	CMR 16 – 16 350
C 14	MP-Kondensator	0,1 µF 500 V 2 x 0,5 µF/500 V	CMR 0,1 500 2 x CMR 0,5 500 parallel
C 15	MP-Kondensator	1 µF 250 V	CMR 1 250 1
C 16	MP-Kondensator	1 µF 160 V	CMR 1 160
C 17	MP-Kondensator	2 µF 500 V	CMR 2 500
C 18	MP-Kondensator	1 µF/160 V	CMR 1 160
C 19	MP-Kondensator	1 µF/160 V	CMR 1 160
C 20	MP-Kondensator	2 µF 160 V	CMR 2 160
C 21	Papier-Kondensator	100 000 pF 400 V	CPK 62004 n 100
C 22	Elektrolyt-Kondensator	1000 µF 6 V	CED 21 1000 6
C 23	MP-Kondensator	2 µF 160 V	CMR 2 160 1
C 24	Papier-Kondensator	22 000 pF 400 V	CPK 62003 n 22
C 25 C 26	MP-Kondensator	16 µF 350 V 16 µF 350 V	CMR 16 – 16 350
C 27	Papier-Kondensator	100 000 pF 250 V	CPK 58004 n 100
C 29	Papier-Kondensator	220 000 pF 250 V	CPK 58004 n 220
C 30	Papier-Kondensator	220 000 pF 250 V	CPK 58004 n 220
C 31	Papier-Kondensator	10 000 pF 2000 V	CPF 10 000 2000 W
C 32	MP-Kondensator	18 µF 2500 V	CMR 18 2500 KB
C 33	MP-Kondensator	0,5 µF 2000 V	CMR 0,5 2000 4
C 34	MP-Kondensator	0,5 µF 2000 V	CMR 0,5 2000 4
C 36	MP-Kondensator	4 µF 350 V	CMR 4 350
C 37	MP-Kondensator	0,5 µF 250 V	CMR 0,5 250
C 38	Kf-Kondensator	1000 pF 500 V	CKS 1000 500
C 39	Kf-Kondensator	1000 pF 500 V	CKS 1000 500
C 40	Elektrolyt-Kondensator	250 µF 60 V	CED 21 250 35
C 41	Lack-Kondensator	1 µF 60 V	CKL 50543 u 1
C 42	Papier-Kondensator	100 000 pF 250 V	CPK 58004 n 100
D 1	Df-Filter		DFP 13501
D 2	Df-Filter		DFP 13501

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
D 3	Df-Filter		DFP 13501
D 4	Df-Filter		DFP 13501
D 5	Df-Filter		DFP 13501
Gl 1	Gleichrichter		4 x GK V 23212-B 0180
Gl 2	Kristall-Diode		GK OA 95
Gl 3	Kristall-Diode		GK OA 95
Gl 4	Gleichrichter	250 V/30 mA	GNB 76341
Gl 5	Gleichrichter	5 x 2 x 360 V/100 mA	5 x GN 19 720 100 M
Gl 6	Gleichrichter	90 V/120 mA	GNB 11 90 120 B
Gl 7	Gleichrichter	90 V/120 mA	GNB 11 90 120 B
Gl 8	Gleichrichter	25 V/450 mA	GNB 74541
J 1	Drehspul-Strommesser		JNS 20412
J 2	Drehspul-Strommesser		JNS 10507
J 3	Drehspul-Strommesser		JNS 10508
K 1	Kabel		41004 – 7
K 2	Anschlußkabel		LKA 08031 1
K 3	HF-Kabel		LKK 61900
L 2	Drossel		DUF 211 1
L 3	Drossel		DUF 211 1
L 5	Drossel		DB 125 2
L 6	Drossel		41004 – 3 P Bl. 1
L 7	Drossel		41004 – 3 P Bl. 1
Mo 1	Lüfter		41004 – 10
Mo 2	Motor		ZAM 13503
Mo 3	Motor		ZAM 13503
R 1	Schicht-Drehwiderstand	10 kΩ lin.	WS 9122 F 10 k
R 2	Schicht-Drehwiderstand	25 kΩ lin.	WS 9122 F 25 k
R 3	Schicht-Drehwiderstand	100 kΩ lin.	WS 9122 F 100 k
R 4	Nebenwiderstand		IZ 100 50 mA
R 5	Schicht-Drehwiderstand	250 kΩ lin.	WS 9122 F 250 k
R 6	Schichtwiderstand	60 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 60
R 7	Schicht-Drehwiderstand	1 MΩ lin.	WS 9126 1 M
R 8	Drahtwiderstand	600 Ω 4 W	WDG 600 4
R 9	Schichtwiderstand	3 x 200 Ω 2 W	3 x WF 200 2 in Serie
R 10	Drahtwiderstand	20 Ω 4 W	WD 20 4
R 11	Schichtwiderstand	6 kΩ 2 W	WF 6 k 2
R 12	Schichtwiderstand	50 Ω 0,5 W	WFE 321 E 50
R 13	Schichtwiderstand	10 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 10
R 14	Schichtwiderstand	2 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 2
R 15	Schichtwiderstand	400 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 400
R 16	Schichtwiderstand	1,6 MΩ 0,5 W	WFE 321 M 1,6

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R & S-Sach-Nr.
R 17	Schichtwiderstand	2 MΩ 0,5 W	WFE 321 M 2
R 18	Schicht-Drehwiderstand	25 kΩ lin.	WS 9122 F 25 k
R 19	Schichtwiderstand	1 kΩ 0,5 W 2 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 1 WFE 321 k 2 parallel
R 20	Schichtwiderstand	10 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 10
R 21	Schichtwiderstand	10 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 10
R 22	Schichtwiderstand	50 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 50
R 23	Schichtwiderstand	800 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 800
R 24	Schichtwiderstand	1 MΩ 0,5 W	WFE 321 M 1
R 25	Drahtwiderstand	160 Ω 2 W	WD 160 2
R 26	Drahtwiderstand	160 Ω 2 W	WD 160 2
R 27	Schichtwiderstand	80 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 80
R 28	Schichtwiderstand	16 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 16
R 29	Schichtwiderstand	3 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 3
R 30	Schichtwiderstand	8 kΩ 1 W	WFE 521 k 8
R 31	Schichtwiderstand	1 MΩ 0,5 W	WFE 321 M 1
R 32	Schicht-Drehwiderstand	250 kΩ lin.	WS 7122 F 250 k
R 33	Schicht-Drehwiderstand	250 kΩ lin.	WS 7122 F 250 k
R 39	Schichtwiderstand	20 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 20
R 40	Schichtwiderstand	100 MΩ 1 W	WFS 3 100 M 1
R 41	Schichtwiderstand	600 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 600
R 42	Schichtwiderstand	800 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 800
R 43	Schicht-Drehwiderstand	250 kΩ lin.	WS 7122 F 250 k
R 45	Schichtwiderstand	1 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 1
R 46	Schichtwiderstand	200 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 200
R 47	Schichtwiderstand	50 Ω 0,5 W	WFE 321 E 50
R 48	Schichtwiderstand	100 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 100
R 50	Schichtwiderstand	30 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 30
R 51	Schichtwiderstand	300 Ω 0,5 W	WFE 321 E 300
R 55	Schichtwiderstand	3 x 250 kΩ 1 W	3 x WFE 521 k 250 in Serie
R 56	Schichtwiderstand	5 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 5
R 57	Schichtwiderstand	50 Ω 0,5 W	WFE 321 E 50
R 58	Schichtwiderstand	50 Ω 0,5 W	WFE 321 E 50
R 59	Schichtwiderstand	50 Ω 0,5 W	WFE 321 E 50
R 60	Schichtwiderstand	50 Ω 0,5 W	WFE 321 E 50
R 61	Schichtwiderstand	10 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 10
R 62	Schichtwiderstand	8 MΩ 0,5 W	WFE 321 M 8
R 63	Schichtwiderstand	500 kΩ 1 W	WFE 521 k 500
R 64	Schichtwiderstand	10 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 10
R 65	Schichtwiderstand	50 Ω 0,5 W	WFE 321 E 50
R 66	Schichtwiderstand	16 kΩ 2 W	WF 16 k 2
R 67	Schichtwiderstand	16 kΩ 2 W	WF 16 k 2
R 68	Drahtwiderstand	2 x 30 kΩ 6 W	2 x WDG 30 k 6 in Serie
R 69	Schichtwiderstand	50 Ω 0,5 W	WFE 321 E 50
R 70	Schicht-Drehwiderstand	100 kΩ lin.	WS 7122 F/100 k
R 71	Schichtwiderstand	12,5 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 12,5

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 72	Nebenwiderstand		IZ 100/100 mA
R 75	Schichtwiderstand	800 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 800
R 76	Schichtwiderstand	400 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 400
R 80	Schichtwiderstand	2 x 12,5 kΩ/2 W	2 x WF 12,5 k/2 in Serie
R 81	Schichtwiderstand	250 kΩ/1 W	WFE 521 k 250
R 82	Schichtwiderstand	80 kΩ 2 W	WF 80 k 2
R 83	Schichtwiderstand	50 kΩ/10 W	WF 50 k 10
R 84	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 10
R 85	Schichtwiderstand	40 kΩ/1 W	WFE 521 k 40
R 86	Schichtwiderstand	60 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 60
R 87	Schichtwiderstand	125 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 125
R 88	Schichtwiderstand	1,6 MΩ/0,5 W	WFE 321 M 1,6
R 89	Schichtwiderstand	300 Ω/0,5 W	WFE 321 E 300
R 90	Schichtwiderstand	5 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 5
R 91	Schichtwiderstand	1,6 MΩ/0,5 W	WFE 321 M 1,6
R 92	Schichtwiderstand	6 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 6
R 93	Drahtwiderstand	8 kΩ/4 W	WD 8 k/4
R 95	Schichtwiderstand	16 kΩ/2 W	WF 16 k/2
R 96	Schichtwiderstand	16 kΩ/2 W	WF 16 k/2
R 101	Schichtwiderstand	80 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 80
R 102	Schichtwiderstand	250 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 250
R 103	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,5 W	WFE 321 M 1
R 105	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 30
R 106	Schichtwiderstand	200 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 200
R 107	Schichtwiderstand	500 kΩ 0,5 W 250 kΩ 0,5 W	WFE 321 k 500 WFE 321 k 250 in Serie
R 108	Schichtwiderstand	20 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 20
R 109	Schichtwiderstand	20 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 20
R 110	Schichtwiderstand	20 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 20
R 112	Schicht-Drehwiderstand	25 kΩ lin.	WS 9122 F 25 k
R 113	Schichtwiderstand	12,5 kΩ/0,5 W	WFE 321 k 12,5
R 114	Schicht-Drehwiderstand	250 Ω lin.	WS 9122 F 250
R 115	Schichtwiderstand	125 Ω 0,5 W	WFE 321 E 125
R 116	Drahtwiderstand	0,14 Ω ±10%	41004 - 3.32
R 117	Drahtwiderstand	0,31 Ω ±10%	41004 - 3.33
R 118	Drahtwiderstand	4 Ω 0,5 W	WD 4 0,5
R 119	Drahtwiderstand	5 Ω 0,5 W	WD 5 0,5
R 120	Drahtwiderstand	0,3 Ω ±10%	41004 - 3.42
RI 1	Zwergglimmlampe	220 V	RL 210
RI 2	Kleinlampe	24 V 0,05 A	RL 42401
RI 3	Regellampe	150 V/15 W	RL 93015
Rö 1	Triode		2 C 39 BA
Rö 2	Diode		41004 - 2 20 (EA 52 G 54) oder 1080 - 3.20
Rö 3	End-Pentode		EL 84

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R & S-Sach-Nr.
Rö 4	Pentode		EF 80
Rö 5	Thyratron		PL 21
Rö 7	End-Pentode		EL 86
Rö 8	Pentode		EF 80
Rö 9	Stabilisator		85 A 2
Rö 10	Stabilisator		150 C 2
Rö 11	End-Pentode		EL 34
Rö 12	End-Pentode		EL 34
Rö 13	End-Pentode		PL 81
Rö 14	Stabilisator		150 B 2
Rö 15	End-Pentode		PL 81
Rö 16	End-Pentode		PL 81
Rö 17	Stabilisator		90 C 1
Rö 18	Doppel-Triode		ECC 81
Rö 19	Diode		EA 50
Rs A	Topfrelais		RSK 17C051
Rs B	Thermorelais		RLS 301/4
Rs C	Kammrelais		RSS 220042
Rs D	Kammrelais		RSS 230042
Rs E	Kammrelais		RSS 215042
Rs F	Relais		41004/2 – 2.20
S 1 I . . . III	Bereichschalter		enth. in 41004 – 1
S 2	Kleinstufenschalter		SRP 11120
S 4	Kippschalter		41004 – 1.1
S 5	Kippschalter		41004 – 1.1
S 6 I–II	Mikro-Schalter		2 x SDH 42300
S 7 I–II	Mikro-Schalter		2 x SDH 42300
S 8	Leuchttaster		SR 61804
S 9	Kippschalter		SR 124 4
S 10	Netzschalterkombination		SKK 120
S 11	Spannungswähler		FD 60519
S 12	Kleinstufenschalter		SRW 07210
S 13	Schalter		41004 – 3.2
Si 1	Schmelzeinsatz	2,5 A bei 220 . . . 235 V 6 A bei 115 . . . 125 V	M 2,5 D DIN 41571 M 6 D DIN 41571
Si 2	Schmelzeinsatz	80 mA	M 0,08 C DIN 41571
Si 3	Schmelzeinsatz	80 mA	M 0,08 C DIN 41571
Si 4	Hochsp.-G-Schmelzeins.	1,2 kV/0,16 A	41004 – 3.36
Tr 1	Netztransformator		41004 – 3.3
Tr 2	Ausgangstransformator		41004 – 3.4
Tr 3	Brückentransformator		3561 – 3.16
Tr 4	Zwischentransformator		41004 – 3.5
Tr 5	Trenntransformator		41004 – 30.2